NAZIONALE
B. Prov.
I T
C68
BIBLIOTECA
VITT. EM III
NAPOLI

BIBLIOTECA PROVINCIALE

Armadio XXX

Palchetto 9

Num.° d' ordine 16097

B. Prov.
III
685

DICTIONNAIRE

RAISONNÉ

DE PHYSIQUE.

DICTIONNAIRE

RAISONNÉ

DE PHYSIQUE,

PAR M. J. BRISSON,

Membre de l'INSTITUT NATIONAL des Sciences et des Arts, et Professeur de Physique et de Chymie aux Écoles Centrales de Paris.

SECONDE ÉDITION,

REVUE, CORRIGÉE ET AUGMENTÉE PAR L'AUTEUR.

TOME TROISIÈME.

BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE NAPOLI
BIBLIOTECA PROVINCIALE DI NAPOLI

A PARIS,

A LA LIBRAIRIE ÉCONOMIQUE, RUE DE LA HARPE, N°. 117.

CHEZ MAGIMEL, LIBRAIRE, QUAI DES AUGUSTINS, N°. 73.

1800.

DICTIONNAIRE

RAISONNÉ

DE PHYSIQUE.

BIBLIOTECA PROVINCIALE DI BARLETTA

EAU

EAU. Fluide insipide, visible, transparent, sans couleur, sans odeur, presque incompressible, très-peu élastique, qui adhère à la surface d'un grand nombre de corps, qui en pénètre plusieurs, et qui est capable d'éteindre les matières enflammées, lorsqu'on en jette dessus en assez grande quantité. Cette définition ne convient en entier qu'à l'eau parfaitement pure : ainsi, si elle est opaque, colorée, odorante, ou qu'elle ait quelque goût, elle est certainement mêlée avec quelque matière étrangère.

L'*Eau* nous vient, 1°. de l'athmosphère par les pluies, la neige, la grêle etc.; 2°. du sein de la terre par les sources et les fontaines, qui forment ensuite les rivières et les fleuves, lesquels transportent toutes leurs *Eaux* à la mer. Les *Eaux* des pluies, etc., sont originairement fournies par toutes celles qui s'évaporent des terres, des lacs et des mers; et en tombant ensuite, elles fournissent à l'entretien des sources et des fontaines. (*Voyez* FONTAINE *et* PLUIE).

L'*Eau* n'est point un être simple, comme on l'a cru pendant long-temps; elle est composée de deux principes distincts l'un de l'autre, savoir d'*oxigène*, qui est la base de l'air pur, et d'*hydrogène*, qui est la base du gas hydrogène (*Voyez* AIR PUR *et* GAS HYDROGÈNE): et la proportion de ses principes constituans est, sui-

vant les belles expériences de *Lavoisier*, 85 parties d'oxigène et 15 parties d'hydrogène, mesurant par le poids : de sorte que pour former 70 livres ou un pied cube d'eau, il faut 634 pieds cubes 1152 pouces cubes d'air pur, qui pèsent 59 livres 8 onces, et 1513 pieds cubes 887 $\frac{13}{37}$ pouces cubes de gas hydrogène, qui pèsent 10 livres 8 onces : le tout, brûlé ensemble, forme un pied cube ou 70 livres d'eau.

Pour former 1000 kiliogrammes ou 1 mètre cube d'eau, il faut 634 kiliolitres 725 litres 983 centimètres cubes 387 $\frac{1}{3}$ millimètres cubes d'air pur, qui pèsent 850 kiliogrammes, et 1513 kiliolitres 654 litres 968 centimètres cubes 332 $\frac{1}{4}$ millimètres cubes de gas hydrogène, qui pèsent 150 kiliogrammes : le tout brûlé ensemble, forme 1 mètre cube ou 1000 kiliogrammes d'eau.

L'*Eau* nous est presque aussi nécessaire que l'air : si sa nécessité n'est pas de tous les instans, comme l'est celle de l'air, il nous seroit impossible de nous en passer long-temps. L'*Eau* ou ses principes constituans entrent dans un grand nombre des productions de la nature : sans elle il n'y a point de végétation; elle est la boisson des hommes et des animaux; et elle est presque essentielle aux commodités de la vie.

L'*Eau* se présente à nous dans trois états différens; 1°. comme liqueur; c'est, dans notre climat, son état le plus ordinaire : 2°. comme vapeur : 3°. comme glace. Ces trois manières d'être, qui ne changent rien à son essence, la rendent propre à produire des effets différens.

La liquidité de l'*Eau* vient de ce qu'elle est combinée avec une assez grande quantité de la matière de la chaleur ou calorique, pour entretenir entre ses parties cette mobilité respective, qui leur permet de rouler les unes sur les autres, et d'obéir à leur poids, de manière que celles de la surface supérieure se placent toutes dans le même plan horizontal : et cette quantité de matière de la chaleur combinée, qui lui est nécessaire pour la tenir dans l'état de liqueur, est égale aux trois quarts de celle qui est nécessaire pour la faire bouillir; et cependant cette grande quantité n'augmente en aucune manière sa température; parce que le calorique com-

biné n'excite aucun degré de chaleur sensible à nos organes. (*Voyez* CALORIQUE).

Si l'*Eau* se combine avec une beaucoup plus grande quantité de calorique, elle prend l'état de vapeur, en augmentant considérablement de volume. (*Voyez* VAPEUR).

Enfin si ce calorique combiné avec l'*Eau* reprend sa liberté, elle prend l'état de glace. (*Voyez* GLACE).

La pesanteur spécifique de l'*Eau* varie, comme son degré de pureté. Celle de l'*Eau* de pluie ou distillée est à celle de l'or, comme 10000 est à 192581, ou à très-peu de chose près, comme 1 est à 19 $\frac{1}{4}$: et à celle de l'air, comme 10000 est à 12 $\frac{1}{2}$, ou comme 800 est à 1, le baromètre étant à 28 pouces et le thermomètre à 10 $\frac{1}{2}$ degrés.

L'*Eau* est plus fluide que la plupart des autres liqueurs : la preuve de cela, c'est qu'elle pénètre un beaucoup plus grand nombre de substances.

De toutes les *Eaux* naturelles, la plus pure est celle de la pluie ; si elle se trouve mêlée avec des substances étrangères, elles sont volatiles et s'en dégagent aisément : c'est pourquoi les citernes, qui ne reçoivent que des *Eaux* de cette espèce, sont d'un très-bon usage. (*Voyez* CITERNE). Lorsque l'*Eau* est trop mêlée de corps étrangers, qui la rendent impure, il faut chercher à la purifier, pour qu'elle devienne propre à être employée aux usages de la vie. De tous les moyens connus pour cela, le plus usité est la filtration, et le plus efficace est la distillation. La filtration ne purge l'*Eau* que des matières grossières ; et tout ce qui se trouve dissous, comme les sels, les sucs pierreux, etc., passe avec l'*Eau* au travers du filtre. C'est ce qui forme les stalactites qu'on trouve dans les grottes souterreines, comme aux caves de l'Observatoire, aux grotes d'Arcy en Bourgogne, etc. Au lieu que la distillation purge l'*Eau* de tout ce qui est fixe ; et les substances volatiles, qui passent avec elle dans le récipient, se volatilisent promptement de nouveau, et la laissent dans toute sa pureté. Aussi est-ce le seul moyen efficace pour rendre l'*Eau* de la mer potable.

L'*Eau*, ainsi que les autres liqueurs, ne paroit point

compressible, c'est-à-dire, qu'on ne connoît point de force qui puisse faire diminuer d'une quantité sensible un volume d'*Eau* donné. Cependant on ne doit pas la regarder comme incompressible; car elle est capable de transmettre les sons; donc elle est élastique. Or tout corps élastique est compressible. (*Voyez* LIQUEUR *et* COMPRESSIBILITÉ).

Les particules de l'*Eau* ont entr'elles une certaine adhérence, de sorte qu'il faut une certaine force pour les séparer. La preuve de cela, c'est qu'une goutte d'*Eau* demeure suspendue au bout du doigt. C'est pour cela que des feuilles de métal, appliquées sur la surface de l'*Eau*, ne s'y enfoncent point malgré leur pesanteur respective, parce que la résistance des particules de l'*Eau* à être divisées, est plus grande que l'excès de pesanteur spécifique de ces feuilles sur celle d'un pareil volume d'*Eau*.

Si, dans le moment que l'*Eau* cesse d'être *glace*, on l'expose au feu dans un vaisseau ouvert, elle s'échauffe et se dilate jusqu'à ce qu'elle bouille, et non au-delà; et, lorsqu'elle est autant dilatée qu'elle peut l'être, son volume est augmenté de $\frac{1}{26}$ (*Voyez* EBULLITION). Mais, si sa surface n'étoit pas chargée du poids de l'athmosphère, elle bouilliroit beaucoup plutôt et à une moindre chaleur; si au contraire elle étoit retenue de toutes parts par des obstacles invincibles, elle s'échaufferoit considérablement sans bouillir, et le degré de chaleur qu'elle est capable de prendre en pareil cas, est prodigieux, et tel qu'il ne seroit peut-être pas prudent d'essayer de savoir jusqu'où il peut aller. Il suit de là qu'au sommet d'une montagne un peu élevée, la chaleur de l'*Eau* bouillante est moindre qu'à son pied; ce qui a été vérifié par expérience par *de Thury* et *le Monnier* de l'Académie des Sciences.

L'*Eau* s'introduit dans presque tous les corps, et en dissout un grand nombre. Si l'on excepte les matières grasses, les résines, le verre, le marbre, les cailloux, etc. elle pénètre tous les autres plus ou moins; mais parmi ces derniers, les sels sont les substances qui se dissolvent dans l'*Eau*, ou en plus grande quantité, ou plus vîte; et leur solution présente un phénomène curieux que

voici. Un sel, en se dissolvant dans l'*Eau*, la refroidit communément. Je dis *communément*; parce qu'il en faut excepter quelques-uns, tels que le carbonate de potasse, l'acide boracique, l'acétite de plomb, et les sulfates. Celui de tous les sels qui est le plus propre à refroidir l'*Eau*, en s'y dissolvant, est le muriate d'ammoniaque; sans doute parce qu'étant très-soluble, il rend l'opération plus prompte, et par-là le refroidissement plus sensible. Aussi est-il très-propre à suppléer la glace pour rafraîchir le vin. La raison de ce refroidissement (qui ne dure que peu de temps), est sans doute qu'une portion de la matière du feu libre que contiennent ces substances, est chassée par la pénétration réciproque de l'*Eau* et du sel dans les pores l'un de l'autre.

L'*Eau* est capable d'éteindre les corps embrasés, pourvu qu'elle puisse subsister sur eux, dans l'état de liqueur; plus long-temps que ne peut durer l'embrasement. Car alors elle empêche le contact de l'air, fluide absolument essentiel pour la combustion des corps. (*Voyez* AIR PUR).

EAU DE CHAUX. *Eau* qui tient la chaux en dissolution: elle n'en tient qu'une très-petite quantité; car il faut plus de 600 parties d'eau pour dissoudre une partie de chaux.

EAU. (*Conduite d'*) (*Voyez* CONDUITE D'EAU).

EAU-FORTE. C'est la même chose que l'acide nitreux. (*Voyez* ACIDE NITREUX).

EAU. (*Jet d'*) (*Voyez* JET D'EAU).

EAU. (*Pouce d'*) (*Voyez* POUCE D'EAU).

EAU. (*Tuyaux de jet d'*) (*Voyez* TUYAUX DE JET D'EAU).

EAU-RÉGALE. Mélange de l'acide nitrique et de l'acide muriatique. Ce mélange est connu dans les arts sous le nom d'*Eau-régale*, et est le dissolvant de l'or. (*Voyez* ACIDE NITRO-MURIATIQUE).

EAUX. (*Force des*) (*Voyez* FORCE DES EAUX).

EAUX MINÉRALES. Ce sont celles qui tiennent en dissolution des substances étrangères, qui leur donnent des qualités qu'elles n'auroient pas sans cela. Les unes tiennent du fer, des sulfates, etc. Telles sont celles

de *Passy*, de *Forges*, de *Cransac*, etc. D'autres sont gaseuses ou acidulées ; telles sont celles de *Bussang*, de *Spa*, de *Pongues*, de *Châteldon*, de *St.-Mion*, de *Seltz*, etc. D'autres sont salines; telles sont celles de *Sedlitz*, de *Seydschutz*, de *Vals*, de *Contrexeville*, de *Pouillon*, de *Balaruc*, de *Châtel-Guyon*, de *Bourbonne-les-Bains*, de *Vichy*, de *la Mothe*, etc. D'autres sont alkalines; telles sont celles de *Sainte-Reine*, de *Merlange*, etc. D'autres sont sulfureuses ou hépatiques ; telles sont celles d'*Enghien*, de *Bonnes*, de *Baredge*, de *Cauterets*, de *Plombières*, etc. D'autres sont chargées de muriate de soude ou sel marin, comme à *Salins* ; d'autres de sélénite, comme à *Arceuil*. Ces sources doivent ces qualités aux mines par lesquelles elles passent.

EBULLITION. Etat d'une liqueur exposée à l'action du feu, et dont quelques portions sont soulevées en forme de bouillons à l'occasion de cette action.

Nous avons rapporté, au mot *Bouillir*, l'opinion de quelques physiciens sur la cause de l'*Ebullition*, et nous avons dit qu'ils l'attribuoient à l'air qui se dégage des particules de l'eau. (*Voyez* BOUILLIR). Mais tout le monde sait qu'on peut faire bouillir telle masse d'eau qu'on voudra jusqu'à siccité, jusqu'à ce qu'elle soit totalement évaporée : on sait de plus, par expérience, que l'eau ne contient d'air qu'une quantité qui égale environ la trentième partie de son volume. Comment peut-on donc concevoir que cette petite quantité d'air puisse suffire à toute cette *Ebullition*. Elle vient certainement d'une autre cause, d'autant plus que de l'eau purgée d'air bouillira sur un même feu tout aussi fortement que de l'eau non-purgée d'air. Quelle est donc cette autre cause? Tâchons de la découvrir.

Que l'on mette sur le feu un vase de verre, afin de voir ce qui se passe dedans; avec des précautions on y fera bouillir de l'eau sans le casser. On verra d'abord les parois intérieures du vase toutes parsemées de petites bulles plus transparentes que l'eau : ce sont en effet de petites portions de la lame d'air, auparavant adhérente à la surface intérieure du vase, et que la chaleur a dilatées. Lorsque cette dilatation a été portée jusqu'à un certain

point, et que leur légèreté respective est devenue assez grande pour vaincre leur adhérence, elles traversent la liqueur, gagnent la surface et s'échappent. Jusque-là point d'*Ebullition*. Quelque temps après, on voit s'élever du fond du vase une vapeur fine, semblable à celle qu'on remarque autour des poëles : cette vapeur se divise et se répand dans toute la masse de l'eau, qui par-là perd sa limpidité et devient un peu louche. Cette vapeur n'est autre chose que la matière du feu, qui se crible en assez grande quantité au travers des pores du vase et de l'eau. Quelque temps après toute la masse de la liqueur paroît remplie de bulles presque imperceptibles, qui en troublent la transparence et s'élèvent rapidement à la surface. Ces bulles sont encore la matière du feu, mais qui se crible en plus gros volumes, parce que les pores du vase et de l'eau sont plus ouverts : aussi la capacité du vase et le volume de l'eau sont-ils augmentés. Malgré cette grande quantité de feu, il n'y a point encore d'*Ebullition*. Enfin le fond du vase, qu'on en suppose être la partie la plus exposée à l'action du feu, le fond du vase, dis-je, semble entr'ouvert de plusieurs petits trous, d'où l'on croit voir couler un fluide très-transparent, qui se divise en jets, qui, comme la flamme, s'élancent avec rapidité, et soulèvent l'eau de toutes parts : voilà l'*Ebullition*. Ce que l'on croit voir sortir de ces trous, est-ce le feu lui-même, ou quelqu'autre fluide? Il y a toute apparence que c'est une portion de l'eau réduite en vapeurs, par la trop grande chaleur qu'elle éprouve au fond du vase. Il arrive la même chose à une goutte d'eau qu'on jette sur un fer très-chaud : elle s'évapore promptement, en formant plusieurs petits bouillons, qui crèvent dans le moment qu'ils paroissent ; mais s'ils étoient couverts d'eau chaude, au lieu de crever, ils s'enfonceroient dans la liqueur, la souleveroient et la feroient bouillir.

Ce qui prouve la bonté de cette opinion, c'est que les métaux ne bouillent point d'eux-mêmes, quelque chauds qu'ils soient, parce qu'ils ne s'évaporent qu'à leur partie supérieure, et qu'alors la vapeur ne peut traverser le métal fondu. Qu'on n'objecte pas que c'est leur pesanteur qui est cause qu'ils ne bouillent pas; car

le mercure, qui est plus pesant que la plupart d'entr'eux, bout comme de l'eau, quand il a acquis le degré de chaleur nécessaire ; et de plus les métaux eux-mêmes bouillent très-aisément, sitôt qu'on y introduit quelque substance capable de fournir de la vapeur, comme un petit morceau de bois, de charbon, etc. La vraie cause de l'*Ebullition* est donc une portion de la liqueur, réduite par l'action du feu en vapeur très-dilatée.

Lorsque l'eau bout une fois, elle ne s'échauffe plus, parce qu'alors ses pores sont assez ouverts pour permettre à la matière du feu d'en sortir avec autant de liberté qu'elle y entre; il ne peut donc plus s'y en accumuler davantage, son volume est alors augmenté de $\frac{1}{23}$. Il y a cependant quelques variétés dans le degré de la chaleur de l'eau bouillante à l'air libre, et dans l'augmentation de son volume; et elle dépend du plus ou moins de pression que l'eau éprouve de la part de l'athmosphère, dans le moment et dans le lieu où on la fait bouillir.

ÉCHAPPEMENT. On appelle *Echappement* dans une horloge, la mécanique par laquelle le régulateur reçoit le mouvement de la dernière roue, et ensuite le suspend, ou réagit sur elle, afin de modérer et régler le mouvement de l'horloge.

Supposons *C* (*Pl. XIII, fig.* 1) cette dernière roue, *F G* est la pièce d'*Echappement* : c'est elle qui reçoit du mouvement de la roue *C*, et qui ensuite réagit sur elle en accrochant ses dents, et abaissant alternativement ses deux extrémités *F* et *G*. On voit en *dc* l'épaisseur de la roue *C*, et en *f* celle de la pièce d'*Echappement F G*. C'est à l'axe *E i* de cette pièce que *Huyghens* a adapté le pendule *B p* ; et en cela il a rendu à l'horlogerie le plus grand service qu'on pût lui rendre. (*Voyez* PENDULE).

ÉCHO. Son réfléchi et renvoyé par un corps solide, et qui par-là se répète et se renouvelle à l'oreille une ou plusieurs fois. (*Voyez* SON). Supposons quelqu'un placé en *A* (*Pl. XXVII, fig.* 10), et qu'il parle vis-à-d'un corps élevé, par exemple un rocher, à quelque distance de là. Si la partie *O* du rocher se présente perpendiculairement à la voix, et que cette partie soit telle

qu'elle doit être pour former un *Echo*, le son sera réfléchi vers celui qui parle, et lui fera entendre l'*Echo*. Si en *P*, *Q*, etc., il y a d'autres parties semblablement disposées, et plus distantes les unes que les autres de celui qui parle, l'*Echo* répétera plusieurs fois la même chose. Mais, si toutes ces parties étoient disposées à réfléchir le son vers *V*, celui qui parle en *A* n'entendroit point l'*Echo*, tandis que quelqu'un placé en *V* l'entendroit très-bien.

Cela posé, pour qu'on puisse entendre un *Echo*, il faut que l'oreille soit dans la ligne de réflexion; et, pour que la personne qui a fait le bruit puisse entendre lui-même son propre son, il faut encore que cette même ligne soit perpendiculaire à la surface qui réfléchit; et pour former un *Echo* multiplié ou tautologique, c'est-à-dire, qui répète plusieurs fois le même mot, il faut plusieurs voûtes, ou murs, ou cavités placées, ou l'une derrière l'autre, ou vis-à-vis l'une de l'autre.

Quelques auteurs ont observé avec beaucoup d'attention plusieurs phénomènes de l'*Echo*; nous allons rapporter historiquement, et sans prétendre absolument les adopter, leurs réflexions sur ce sujet : ils remarquent que tout son qui tombe directement ou obliquement sur un corps dense dont la surface est polie, soit qu'elle soit plane ou courbe, se réfléchit, ou forme un *Echo* plus ou moins fort; mais pour cela il faut, disent-ils, que la surface soit polie, sans quoi la réverbération de cette surface détruiroit le mouvement régulier de l'air, et par-là romproit et éteindroit le son. Lorsque toutes les circonstances que nous venons de décrire se réunissent, il y a toujours un *Echo*, quoiqu'on ne l'entende pas toujours, soit que le son direct soit trop foible pour revenir jusqu'à celui qui l'a formé, ou qu'il lui revienne si foible qu'il ne puisse le discerner, soit que le corps réfléchissant soit à trop peu de distance pour qu'on puisse distinguer le son direct d'avec le son réfléchi, ou que la personne qui fait le bruit se trouve mal placée pour recevoir le son réfléchi.

Si l'obstacle ou le corps réfléchissant est éloigné de celui qui parle de 86 $\frac{1}{2}$ toises (168 $\frac{1}{2}$ mètres), le temps qui se passe entre le premier son et le son réfléchi, est

d'une seconde, parce que le son parcourt 173 toises (337 mètres) par seconde ; de sorte que l'*Echo* répétera toutes les paroles ou les syllabes qui auront été prononcées dans le temps d'une seconde : ainsi, lorsque celui qui parle aura cessé de parler, l'*Echo* paroîtra répéter toutes les paroles qu'on aura prononcées. Si l'obstacle se trouve trop proche, l'*Echo* ne redira qu'une syllabe.

Notre ame ne sauroit distinguer, à l'aide de l'organe de l'ouie, des sons qui se succèdent les uns aux autres avec une grande célérité ; il faut, pour qu'on puisse les entendre, qu'il y ait quelque intervalle entre les deux sons. Lorsque d'habiles joueurs de violons jouent très-vîte, ils ne peuvent jouer dans une seconde que dix tons que l'on puisse entendre distinctement ; par conséquent on ne sauroit distinguer l'*Echo*, lorsque le son réfléchi succède au son direct avec plus de vîtesse qu'un ton n'est suivi d'un autre dans le *præstissimo*. On voit aussi pourquoi les grandes chambres et les caves voûtées raisonnent si fort lorsqu'on parle, sans former cependant d'*Echo*. Cela vient de la trop grande proximité des murailles, qui empêche de distinguer les sons réfléchis.

Tout ce qui réfléchit le son, peut être la cause d'un *Echo ;* c'est pour cela que les murailles, les vieux remparts de ville, les bois épais, les maisons, les montagnes, les rochers, les hauteurs élevées de l'autre côté d'une rivière, peuvent produire des *Echos*. Il en est de même des rocs remplis de cavernes, des nuées, et des champs où il croît certaines plantes qui montent fort haut ; car ils forment des *Echos*. De là viennent les coups terribles du tonnerre qui gronde, et dont les *Echos* répétés retentissent dans l'air.

Les *Echos* se produisent avec différentes circonstances ; car,

1°. Les obstacles plans réfléchissent le son dans sa force primitive, avec la seule diminution que doit produire la distance.

2°. Un obstacle convexe réfléchit le son avec un peu moins de force et de promptitude qu'un obstacle plan.

3°. Un obstacle concave renvoie, en général, un son plus fort; car il en est à-peu-près du son comme de la lumière. Les miroirs plans rendent l'objet tel qu'il est, les convexes le diminuent, les concaves le grossissent.

4°. Si on recule davantage le corps qui renvoie l'*Echo*, il réfléchira plus de son que s'il étoit plus voisin.

5°. Enfin on peut disposer les corps qui font *Echo*, de façon qu'un seul fasse entendre plusieurs *Echos* qui diffèrent, tant par rapport au degré du ton, que par rapport à l'intensité ou à la force du son : il ne faudroit pour cela que faire rendre les *Echos* par des corps capables de faire entendre, par exemple, la tierce, la quinte et l'octave d'une note qu'on auroit jouée sur un instrument.

Telle est la théorie générale donnée par les auteurs de physique sur les *Echos;* mais il faut avouer que toute cette théorie est encore vague, et qu'il restera toujours à expliquer pourquoi des lieux qui, suivant ces règles, paroîtroient devoir faire *Echo*, n'en font point; pourquoi d'autres en font, qui paroîtroient n'en devoir point faire, etc. Il semble aussi que le poli de la surface réfléchissante, n'est pas aussi nécessaire à l'*Echo* qu'à la réflexion des rayons de lumière : du moins l'expérience nous montre des *Echos* dans des lieux pleins de rochers et de corps très-bruts et très-remplis d'inégalités. Il semble enfin que souvent des surfaces en apparence très-polies, ne produisent point d'*Echo;* car, quand elles réfléchiroient le son, il n'y a de véritable *Echo* que celui qu'on entend. La comparaison des loix de la réflexion du son avec celles de la lumière, peut être vraie jusqu'à un certain point; mais elle ne l'est pas sans restriction, parce que le son se propage en tout sens, et la lumière en ligne droite seulement.

L'*Echo* se dit aussi du lieu où la répétition du son est produite et se fait entendre.

On distingue les *Echos*, pris en ce sens, en plusieurs espèces.

1°. En *simples*, qui ne répètent la voix qu'une fois; et entre ceux-là, il y en a qui sont toniques, c'est-à-dire, qui ne se font entendre que lorsque le son est parvenu à eux

dans un certain degré de ton musical; d'autres syllabiques, qui font entendre plusieurs syllabes ou mots. De cette dernière espèce est le parc de Woodstook, en Angleterre, qui, suivant que l'assure le docteur *Plott*, répète distinctement dix-sept syllabes le jour, et vingt la nuit.

2°. En *multiples*, qui répètent les mêmes syllabes plusieurs fois différentes.

Dans la théorie des *Echos*, on nomme le lieu où se tient celui parle, *Centre phonique;* et l'objet ou l'endroit qui renvoie la voix, *Centre phonocamptique*, c'est-à-dire, *centre qui réfléchit le son. Voyez ces mots.*

Il y avoit, dit-on, au sépulchre de Métella, femme de *Crassus*, un *Echo* qui répétoit cinq fois ce qu'on lui disoit. On parle d'une tour de Cysique, où l'*Echo* se répétoit sept fois. Un des plus beaux, dont on ait fait mention jusqu'ici, est celui dont parle *Barthius*, dans ses Notes sur la Thébaïde, de *Stace*, *liv. VI*, *v.* 30, et qui répétoit jusqu'à dix-sept fois les paroles que l'on prononçoit : il étoit sur le bord du Rhin, proche Coblentz : *Barthius* assure qu'il en a fait l'épreuve, et compté dix-sept répétitions; et au lieu que les *Echos* ordinaires ne répètent la voix que quelque temps après qu'on a entendu celui qui chante ou qui parle, dans celui-là on n'entendoit presque point celui qui chantoit, mais la répétition qui se faisoit de sa voix, et toujours avec des variations surprenantes : l'*Echo* sembloit tantôt s'approcher, et tantôt s'éloigner : quelquefois on entendoit la voix très-distinctement, et d'autres fois on ne l'entendoit presque plus : l'un n'entendoit qu'une seule voix, et l'autre plusieurs : l'un entendoit l'*Echo* à droite et l'autre à gauche. Des murs parallèles et élevés produisent aussi des *Echos* redoublés, comme il y en a eu autrefois dans le château Simonette, dont *Kircher*, *Scott* et *Misson* ont donné la description. Il y avoit dans un de ces murs une fenêtre d'où on entendoit répéter quarante fois ce qu'on disoit. *Adisson* et d'autres personnes qui ont voyagé en Italie, font mention d'un *Echo* qui s'y trouve, et qui est encore bien plus extraordinaire,

puisqu'il répète cinquante-six fois le bruit d'un coup de pistolet, lors même que l'air est chargé de brouillards. Nous rapportons tous ces faits sans prétendre les garantir.

Dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, pour l'année 1692, il est fait mention d'un *Echo*, qui est à Genetay, à deux lieues de Rouen, et dont la description a été envoyée par le P. Don *Quesnet*, bénédictin. Cet *Echo* a cela de particulier, que la personne qui chante n'entend point la répétition de l'*Echo*, mais seulement sa voix; au contraire ceux qui écoutent n'entendent que la répétition de l'*Echo*, mais avec des variations surprenantes, car l'*Echo* semble tantôt s'approcher, et tantôt s'éloigner : quelquefois on entend la voix très-distinctement, et d'autres fois on ne l'entend presque plus : l'un n'entend qu'une seule voix, et l'autre plusieurs : l'un entend l'*Echo* à droite, et l'autre à gauche : enfin, selon les différens endroits où sont placés ceux qui écoutent et celui qui chante, on entend l'*Echo* d'une manière différente.

La plupart de ceux qui ont entendu cet *Echo*, s'imaginent qu'il y a des voûtes ou des cavités souterreines, qui causent ces différens effets; mais la véritable cause de tous ces effets est la figure du lieu où cet *Echo* se fait.

C'est une grande cour située au devant d'une maison de plaisance, appelée *Genetay*, à six ou sept cents pas de l'abbaye de Saint-Georges, auprès de Rouen. Cette cour est un peu plus longue que large, terminée dans le fond par la face du corps de logis, et de tous les autres côtés environnée de murs, en forme de demi-cercle, comme on le verra dans la *fig.* 27, *Pl. LXXX*, qui ne représente qu'une partie de la cour, le reste ne servant de rien au sujet dont il s'agit.

C I I C est le demi-cercle de la cour, dont *H* est l'entrée : *A D B* est l'endroit où se placent ceux qui écoutent : celui qui chante se met à l'endroit marqué *G*; et ayant le visage tourné vers l'entrée *H*, il parcourt en chantant l'espace *G F* qui est de 20 à 22 pieds de longueur.

Sans avoir recours à des cavités souterreines, la seule figure demi-circulaire de cette cour suffit pour

rendre raison de toutes les variations que l'on remarque dans cet *Echo*.

1°. Lorsque celui qui chante est à l'endroit marqué *G*, sa voix est réfléchie par les murs *C* de la cour au-dessus de *D*, vers *L*; et les lignes de réflexion se réunissant en cet endroit *L*, l'*Echo* se doit entendre de même que si celui qui chante y étoit placé. Mais comme ces lignes ne se réunissent pas précisément en un même point, ceux qui sont placés en *L*, doivent entendre plusieurs voix, comme si diverses personnes chantoient ensemble.

2°. A mesure que celui qui chante s'avance vers *E*, les lignes de réflexion venant de plus en plus à se réunir près de *D*, ceux qui sont placés en *D*, doivent entendre l'*Echo* comme s'il s'approchoit d'eux; mais quand celui qui chante est parvenu en *E*, alors la réunion des lignes venant à se faire en *D*, ils entendent l'*Echo* comme si on chantoit à leurs oreilles.

3°. Quand celui qui chante continue d'avancer de *E* en *F*, l'*Echo* semble s'éloigner, parce que la réunion des lignes se fait de plus en plus au-dessous de *D*.

4°. Enfin lorsqu'il est arrivé en *F*, ceux qui sont placés en *D*, n'entendent plus l'*Echo*, parce que l'endroit *H*, d'où la réflexion se devroit faire vers *D*, est ouvert, et que, par conséquent, il ne se fait point de réflexions vers *D*; c'est pourquoi l'*Echo* ne s'y doit point entendre : mais comme il y a d'autres endroits d'où quelques lignes réfléchies se réunissent en *A* et en *B*, deux personnes, placées en ces deux endroits, doivent entendre l'*Echo*, l'une comme si l'on chantoit à gauche, et l'autre comme si l'on chantoit à droite. Ils ne le peuvent néanmoins entendre que foiblement, parce qu'il y a peu de lignes qui se réunissent en ces deux endroits.

5°. Ceux qui sont placés en *D*, doivent entendre l'*Echo* lorsque celui qui chante est en *E*, parce que la voix est réfléchie vers eux; mais ils ne doivent entendre que foiblement la voix même de celui qui chante, parce que l'opposition de son corps empêche que sa voix ne soit portée directement vers eux : ainsi sa voix ne venant à eux qu'après avoir tourné à l'entour de son corps, est beaucoup moins forte en cet

endroit que l'*Echo*, qui, par conséquent, l'étouffe, et empêche qu'elle ne soit entendue. C'est à-peu-près de même que si un flambeau est placé entre un miroir concave et un corps opaque; car ceux qui sont derrière ce corps opaque, voient, par réflexion, la lumière du flambeau, mais ils ne voient pas directement le flambeau, parce que le corps opaque le cache.

6°. Au contraire, celui qui chante étant placé vis-à-vis de l'entrée *H*, et ayant le visage tourné de ce côté-là, ne doit point entendre l'*Echo*, parce que l'endroit *H* étant ouvert, il ne se trouve rien qui réfléchisse la voix vers *E*, mais il doit entendre sa voix même, parce qu'il n'y a rien qui l'en empêche.

Nous avons tiré des Mémoires cités cette description et cette explication, dont nous laissons le jugement à nos Lecteurs : cet *Echo* subsiste encore ; mais il est fort déchu de ce qu'il étoit autrefois.

L'*Echo* de Verdun (*Histoire de l'Académie des Sciences, année* 1710) est formé par deux grosses tours détachées d'un corps de logis, et éloignées l'une de l'autre de 26 toises ($50\frac{2}{7}$ mètres) : l'une a un appartement bas, de pierre de taille, voûté ; l'autre n'a que son vestibule qui le soit : chacune a son escalier. Comme ce qui appartient aux *Echos* peut être appelé *la Catoptrique du son* (*Voyez* CATOPTRIQUE), on peut regarder ces deux tours comme deux miroirs posés vis-à-vis l'un de l'autre, qui se renvoient mutuellement les rayons d'un même objet, en multipliant l'image, quoiqu'en l'affoiblissant toujours, et la font paroître plus éloignée ; ainsi lorsqu'on est sur la ligne qui joint les deux tours, et qu'on prononce un mot d'une voix assez élevée, on l'entend répéter douze ou treize fois, par intervalles égaux, et toujours plus foiblement : si l'on sort de cette ligne, jusqu'à une certaine distance, on n'entend plus d'*Echo*, par la même raison qu'on ne verroit plus d'image, si on s'éloignoit trop de l'espace qui est entre les deux miroirs. Si l'on est sur la ligne qui joint une des tours au corps de logis, on n'entend plus qu'une répétition, parce que les deux *Echos* ne jouent plus ensemble à l'égard de celui qui parle.

ECHO TAUTOLOGIQUE. (*Voyez* TAUTOLOGIQUE).

ECLAIR. Eclat de lumière vive et subite, qui s'élance d'un nuage entr'ouvert, qui disparoît dans un clin-d'œil, et qui précède ordinairement le bruit du tonnerre. En regardant, comme nous l'avons fait, les *éclairs* comme des phénomènes d'électricité, nous devons les considérer comme des portions de la matière électrique, qui s'enflamment en sortant de la nuée qui les contenoit, soit à la manière des aigrettes lumineuses et spontanées, qu'on apperçoit à l'extrémité et aux angles d'un conducteur actuellement isolé et électrisé, soit à la manière des étincelles qui éclatent entre ce conducteur et un corps non-électrisé qu'on lui présente. Ces derniers qui sont sûrement produits par le choc de deux courans de matière qui vont en sens contraires l'un de l'autre, sont de la nature de ceux qui annoncent la foudre : mais les premiers, qui ne répandent, pour ainsi dire, qu'une lumière diffuse, et qui même se passent souvent sans bruit, n'annoncent rien d'aussi effrayant. (*Voyez* TONNERRE).

On voit souvent paroître dans l'air, avant qu'il fasse des *Eclairs* et du tonnerre, des nuées épaisses et sombres, qui paroissent s'entrechoquer et se croiser en suivant toutes sortes de directions ; par où l'on peut juger sans peine du temps qu'on doit avoir bientôt après. La matière de la foudre vient-elle après cela à prendre feu, ces nuées se condensent encore beaucoup plus qu'auparavant, et dans l'instant elles se convertissent en gouttes d'eau qui tombent en manière de grosse pluie. Il est rare qu'un orage, accompagné d'*Eclairs* et de tonnerre, continue quelque temps sans qu'il survienne une grosse pluie. Lorsque ces sortes d'ondées viennent à tomber, elles emportent ordinairement avec elles beaucoup de cette matière qui produit la foudre ; ce qui fait que l'orage cesse beaucoup plutôt lorsqu'il pleut, que lorsqu'il fait un temps sec.

La nuée est aussi quelquefois si épaisse, qu'elle empêche de voir la lumière de l'*Eclair* ; de sorte qu'on entend alors le tonnerre gronder, sans que l'*Eclair* ait paru auparavant. *Musschenb. Essai de Physique*, § 1702 *et suiv.* (*Voyez* FOUDRE, TONNERRE).

Par l'intervalle de temps qui se trouve entre l'*Eclair* et le

le coup de tonnerre, on peut juger, quoiqu'à la vérité assez grossièrement; à quelle distance est le tonnerre, voici comment. On examinera, sur une pendule à secondes, l'intervalle qui se trouve entre l'*Eclair* et le coup; et pour déterminer la distance où est le tonnerre, on prendra autant de fois 173 toises, qu'il y a de secondes écoulées entre le coup et l'*Eclair*. Ce calcul est fondé sur ce que la lumière de l'*Eclair* vient à nos yeux presque dans un instant, au lieu que le bruit du coup emploie un tems très-sensible pour arriver à notre oreille, le son ne parcourant qu'environ 173 toises (337 mètres) par seconde. Au reste, il est visible que ce moyen de déterminer la distance du tonnerre, ne peut être qu'assez grossier, comme nous l'avons dit; car, outre qu'une petite erreur dans l'observation du temps, en produit une de plusieurs toises, ce calcul suppose que le bruit du tonnerre vienne toujours directement à nous, et non par réflexion, ce qui est rare.

ECLIPSE. Privation de lumière de quelque corps céleste, par l'interposition de quelqu'autre corps. Toutes les fois qu'un astre, ou éclairant, ou éclairé, est caché à nos regards, par l'interposition d'un corps, qui nous dérobe sa lumière en tout ou en partie, s'il est lumineux par lui-même, ou qui empêche la lumière d'un autre astre d'arriver jusqu'à lui, s'il ne brille que d'une lumière empruntée, nous disons qu'il est *éclipsé*. Cette *Eclipse* est ou *partiale*, ou *totale*. Elle est *partiale*, si le corps interposé ne nous prive que d'une partie de la lumière de l'astre; elle est *totale*, s'il nous prive de toute sa lumière.

On connoît trois principales sortes d'*Eclipses*; savoir, les *Eclipses de Soleil*, les *Eclipses de Lune*, et les *Eclipses des Satellites*. Nous en parlerons en autant d'articles particuliers. Il arrive aussi très-souvent que les étoiles sont *éclipsées* par la Lune ou par quelqu'autre Planète: et les Planètes *s'éclipsent* les unes les autres.

Dans chaque *Eclipse*, il y a principalement trois choses à observer; savoir, le commencement, le milieu et la fin. On prend toutes les précautions nécessaires, pour avoir l'heure exacte de chacune de ces trois phases. Dans les eclipses, qui sont totales, on a encore deux au-

tres phases à observer, qui sont *l'immersion* et *l'émersion;* c'est-à-dire, le moment où l'astre entre dans l'ombre, et celui où il en sort. Il faut saisir, de chacune de ces phases, le commencement et la fin, que l'on nomme *immersion totale*, et *émersion totale*. (*Voyez* IMMERSION et EMERSION).

Il y a encore une chose à observer dans chaque *Eclipse;* c'est sa grandeur, c'est-à-dire, la portion de l'astre *éclipsé*, qui est couverte par l'ombre. Pour mesurer cette grandeur, on suppose qu'on a divisé en 12 parties égales, qu'on nomme *doigts*, la largeur de l'astre *éclipsé*, ou plutôt celui de ses diamètres, qui coupe l'ombre, ou qui, étant prolongé, la couperoit par son centre au moment même du milieu de l'*Eclipse*: puis en comptant combien de ces parties sont couvertes par l'ombre, on dit telle *Eclipse* a été de 2, de 4, de 7, de 10 doigts, etc. Dans les *Eclipses* de Lune, qui sont *totales*, on dit souvent que la grandeur de l'*Eclipse* est de plus de 12 doigts, quoique le diamètre de la Lune n'en contienne que ce nombre: ce qui arrive lorsque le corps de la Lune est plongé dans l'ombre plus qu'il ne seroit nécessaire pour qu'elle fût entièrement *éclipsée*. Les deux dernières *Eclipses de Lune* de l'année 1768 furent de cette espèce: celle du 30 Juin fut de près de 14 doigts et demi; et celle du 23 Décembre fut de près de 21 doigts. La raison de cela est qu'on y comprend la partie de l'ombre, qui surpasse le bord de la Lune. On comprend donc sous le nom de partie *éclipsée* toute la quantité qui seroit *éclipsée* en effet, si la Lune avoit un assez grand diamètre pour s'étendre jusqu'au bord de l'ombre.

ECLIPSE DE LUNE. Obscurité produite sur le disque de la *Lune* par l'ombre de la terre, qui se trouve placée entre le Soleil et la Lune. Lorsque la lumière du Soleil est interceptée par la terre, ensorte qu'elle ne puisse pas éclairer la Lune, qui, se trouvant du côté opposé au Soleil, est plongée dans le cône d'ombre formé par la terre, le disque de la Lune est alors obscurci en tout ou en partie; et l'on dit que la Lune est *éclipsée*. C'est ce qui arrive toutes les fois que le Soleil, la Terre et la Lune se trouvent sur la même ligne droite.

Pour cela, il est nécessaire que le Soleil soit dans l'un des nœuds de la Lune, ou tout auprès de ce nœud, dans le même temps que la Lune est dans le nœud ou tout auprès du nœud opposé. Car le centre du Soleil et celui de la terre ne sortant jamais de l'écliptique, et l'orbite de la Lune étant inclinée à l'écliptique d'environ 5 degrés, si la Lune se trouve, dans le temps de son opposition, en tout autre point de son orbite que dans l'un de ces nœuds, ou auprès de ce nœud, elle a alors trop de latitude pour être *éclipsée;* et la lumière du Soleil passe au-dessus ou au-dessous de la Terre, pour arriver jusqu'à la Lune, et l'éclairer. Si donc la Lune se trouve, dans le temps de son opposition, dans l'un de ses nœuds, ou tout auprès, le Soleil étant dans le nœud ou auprès du nœud opposé, il y aura *Eclipse de Lune;* et cette *Eclipse* sera d'autant plus grande, que la Lune sera alors plus près de son nœud : de sorte que si, au moment de l'opposition, la Lune se trouvoit précisément dans son nœud, l'*Eclipse* seroit *centrale*, et même *totale*, et *avec demeure*. Supposons, comme nous l'avons fait, en parlant de l'*Eclipse de Soleil*, que la ligne *EE* (*Pl. LX, fig.* 1.) est une portion de l'écliptique : comme le centre de la terre ne sort jamais de cette ligne, le centre de son ombre s'y trouve toujours : ainsi cette ombre est représentée par les taches noires et circulaires *A*, *B*, *C*, *D*, qui sont coupées diamétralement par l'écliptique. Ce sont comme des sections perpendiculaires à l'axe du cône d'ombre que forme la terre, qu'on doit supposer en devant de la figure, ayant le Soleil derrière elle. Supposons encore que la ligne *L L* est une portion de l'orbite de la Lune, qui coupe la ligne *EE* au point *N*, appelé *nœud*, faisant avec elle un angle d'environ 5 degrés, puisque c'est de cette quantité dont l'orbite de la Lune est inclinée à l'écliptique. Si au moment de son opposition, la Lune se trouve au point *F* de son orbite, elle sera trop éloignée de son nœud, qui est en *N*; elle aura trop de latitude; pour pouvoir atteindre le cône d'ombre; elle demeurera éclairée; et il n'y aura point d'*Eclipse*. Mais si elle se trouve au point *G*, ayant moins de latitude, une portion de son disque sera plongée dans l'ombre, et, par-là, privée

de lumière : il y aura donc une *Eclipse*, mais seulement *partiale*, et qui seroit plus grande, si la Lune étoit plus près de son nœud, comme au point *H*. Enfin si, au moment de l'opposition, la Lune se trouve précisément dans son nœud *N*, l'*Eclipse* sera non-seulement *totale*, mais *centrale*, et même *avec demeure* : car le centre de la Lune répondra au centre du cône d'ombre formé par la terre ; et ce cône d'ombre *D E C* (*Pl. LXI, fig.* 1) occupant, dans l'orbite de la Lune, un espace *F G* ou *f g* plus grand que le diamètre de la Lune, *L* ou *M*, il faudra à cette planète, pour le traverser, un temps d'autant plus long, que le diamètre de l'ombre excédera davantage celui de la Lune. C'est là ce qui cause la *demeure* de cette planète dans l'ombre. Le cas le plus favorable pour que cette *demeure* soit la plus longue possible, c'est que le Soleil soit apogée, et la Lune *L* périgée ; car alors le cône de l'ombre est le plus grand qu'il puisse être : et la Lune, se trouvant dans le point *L* de son orbite qui est le plus proche de la terre, se trouve aussi traverser l'ombre dans l'endroit où cette ombre a le plus grand diamètre *F G* que la Lune puisse atteindre; au lieu que lorsque la Lune *M* est apogée, elle traverse le cône d'ombre plus près de son sommet, et, par conséquent, dans un endroit *f g* où cette ombre est plus étroite.

Lorsque la Lune est *totalement éclipsée*, elle ne cesse pas toujours pour cela d'être visible. Elle paroît ordinairement sous une couleur de cuivre rouge, ou d'un fer ardent, qui commence à s'éteindre. Cet effet vient des rayons solaires, qui se réfractent dans l'hatmosphère terrestre ; et qui se croisant, après s'être réfractés, vont illuminer foiblement la Lune, qui ne reçoit plus les rayons directs. Cette lumière est foible, parce qu'elle est en petite quantité ; et elle approche du rouge, parce qu'il n'y a guère que les rayons propres à produire cette couleur, qui aient la force de percer entièrement notre atmosphère, en pareille circonstance. Cette couleur, sous laquelle paroît la Lune en pareil cas, varie considérablement dans les différentes *Eclipses* : elle est d'autant plus obscure, que la Lune *L* est plus proche de la terre dans le moment de l'*Eclipse* ; parce qu'alors

les rayons, rompus par l'atmosphère, ne parviennent pas jusqu'au centre de l'ombre, ou à l'axe du cône, à cause de sa largeur. On a même vu des *Eclipses*, où la Lune disparoissoit entièrement; mais cela est fort rare.

La lune commence toujours à *s'éclipser* par son bord oriental *O*: cela vient de ce qu'elle chemine plus vîte dans son orbite, que le soleil ne paroît cheminer dans l'écliptique; en conséquence elle doit rencontrer l'ombre de la terre suivant la direction de son mouvement *GF*, laquelle est d'occident en orient.

La terre étant beaucoup plus grosse que la lune, son ombre forme aussi un cône beaucoup plus gros que celui de l'ombre lunaire, et dont le sommet s'étend bien au-delà de l'orbite de la lune. C'est pourquoi une *Eclipse de lune* s'apperçoit de tous les endroits *DHE* de la terre où cette planète seroit visible, si elle n'étoit point *Eclipsée*.

ECLIPSE DE SOLEIL. Occultation du soleil par la lune, qui se trouve placée entre le soleil et la terre. Lorsque la lumière du soleil est interceptée par la lune, ensorte que le soleil soit caché en tout ou en partie à un observateur quelconque, on dit que le soleil est *éclipsé*. A proprement parler, ce n'est point le soleil qui est *éclipsé*; c'est plutôt la terre, sur la surface de laquelle tombe l'ombre de la lune: mais il est d'usage d'appeler cette *Eclipse de terre*, une *Eclipse de soleil*.

Il y a *Eclipse de soleil* toutes les fois que le soleil, la lune et la terre se trouvent sur la même ligne droite; et une fois chaque mois la lune, en parcourant son orbite, passe entre le soleil et la terre, et se trouve en conjonction. Il sembleroit donc qu'il dût y avoir chaque mois une *Eclipse de soleil;* ce qui ne manqueroit pas d'arriver, si l'orbite de la lune étoit dans le même plan que l'orbite de la terre. Mais cela n'est pas ainsi. Le centre du soleil et celui de la terre ne sortent jamais du plan de l'écliptique; mais l'orbite de la lune est inclinée d'environ 5 degrés à ce plan, et le coupe seulement en deux points, appelés *nœuds* (*Voyez* NŒUDS). Il ne suffit donc pas, pour qu'il y ait *Eclipse de soleil*, que la lune soit en conjonction avec cet astre, il faut encore qu'elle se trouve alors dans ses nœuds ou fort près de ses nœuds: car si elle en est assez éloignée, ou, ce qui est la même chose,

si elle a assez de latitude, la lumière du soleil passera ou au-dessus ou au-dessous de la lune, et arrivera ainsi jusqu'à la terre. Mais si la lune se trouve alors dans l'un de ses nœuds, ou tout auprès, il y aura *Eclipse de soleil;* et cette *Eclipse* sera d'autant plus grande, que la lune sera plus près de son nœud; de sorte que si, au moment de la conjonction, la lune se trouvoit précisément dans son nœud, l'*Eclipse* seroit *centrale*, et pourroit même être *totale*, et *avec demeure*. Supposons que la ligne *E E* (*Pl. LX, fig.* 2.) est une portion de l'écliptique : comme le centre du soleil ne sort jamais de cette ligne, en quelque point de cette ligne qu'on le suppose, on doit concevoir qu'elle le coupe diamétralement. Supposons encore que la ligne *L L* est une portion de l'orbite de la lune, qui coupe la ligne *E E* au point *N*, faisant avec elle un angle d'environ 5 degrés; puisque c'est de cette quantité dont l'orbite de la lune est inclinée à l'écliptique. Si, au moment de sa conjonction, la lune se trouve au point *F* de son orbite, elle sera trop éloignée de son nœud, qui est en *N;* elle aura trop de latitude, pour pouvoir nous cacher le soleil; il n'y aura donc point d'*Eclipse*. Mais si elle se trouve au point *G*, ayant moins de latitude, elle nous cachera une portion du disque du soleil; et il y aura une *Eclipse partiale*, qui seroit encore plus grande, si la lune approchoit davantage de son nœud, comme au point *H*. Enfin si, au moment de la conjonction, la lune se trouve précisément dans son nœud *N*, l'*Eclipse* sera *centrale*, car le centre de la lune répondra au centre du soleil; et si le diamètre apparent *A B* (*Pl. LXI, fig.* 3.), du soleil *S* est plus grand que le diamètre apparent *Q R* de la lune *L*, il excédera et formera autour de la lune un anneau ou une couronne lumineuse, et l'*Eclipse* sera *annulaire* : telle a été celle du premier avril de l'année 1764. Cet anneau de lumière sera d'autant plus large, qu'il y aura une plus grande différence entre les diamètres apparens du soleil et de la lune. Mais si le diamètre apparent *N O* (*fig.* 2.) de la lune *L*, est aussi grand ou plus grand que le diamètre apparent *A B* du soleil *S*, cet astre paroîtra entièrement couvert par la lune; l'*Eclipse* sera *totale*, et *avec une demeure* d'autant plus longue, que le diamètre apparent de la

lune excédera davantage celui du soleil. Ces diamètres apparens du soleil et de la lune sont d'autant plus grands, que ces astres sont plus près de nous; parce que, dans ce cas-là, nous les voyons sous des angles plus ouverts : c'est ce qui arrive lorsqu'ils sont dans leur périgée. (*Voyez* PÉRIGÉE.) Et au contraire ces diamètres apparens sont d'autant plus petits, que ces astres sont plus éloignés de nous; ce qui arrive lorsqu'ils sont dans leur apogée. (*Voyez* APOGÉE.) Ainsi pour qu'une *Eclipse de soleil* soit *annulaire* (*fig.* 3.), le cas le plus favorable est que le soleil soit périgée, et la lune apogée : et pour qu'elle soit totale (*fig.* 2.), le cas le plus favorable est que le soleil soit apogée, et la lune périgée : elle est même alors avec la *plus grande demeure;* c'est-à-dire, que c'est le cas où le disque entier du soleil est le plus long-tems caché pour nous.

Le mouvement de la lune étant plus prompt que celui du soleil, et leurs mouvemens à l'un et à l'autre étant dirigés d'occident en orient, c'est-à-dire, celui de la lune de *O* en *N* (*fig.* 2.) et de *R* en *Q* (*fig.* 3.), et celui du soleil de *B* en *A* (*fig.* 2 *et* 3.), c'est aussi dans ce sens que la lune gagne le soleil de vîtesse; voilà la raison pour laquelle le *soleil* commence toujours à *s'éclipser* par son bord occidental *B*.

Comme la lune est de beaucoup plus petite que la terre, son ombre forme aussi un cône *N O C* (*fig.* 2.) bien moins gros; de sorte que, dans toutes les *Eclipses de soleil*, il n'y a jamais qu'une petite portion *D E C* de la terre qui soit dans l'ombre. De plus ce cône d'ombre *Q R C* (*fig.* 3.) est si court, qu'il arrive souvent que son sommet *C* n'atteint pas jusqu'à la surface *D* de la terre *T*, comme dans les *Eclipses annulaires*. De là il arrive deux choses remarquables : 1°. qu'une *Eclipse de soleil* (*fig.* 2.), fût-elle *centrale*, n'est pas visible pour toutes les parties *P D E Q* de la terre qui doivent être alors éclairées par cet astre; et que celles-là même qui l'apperçoivent, ne voient pas le soleil *éclipsé* de la même quantité, ni par le même bord du disque : car ceux qui sont en *F*, ne voient éclipsée que la partie *I B* du soleil *S*; et ceux qui sont en *G* ne voient éclipsée que la partie *K A* du même astre. Au lieu qu'une *Eclipse*

de lune (*fig.* 1.), par la raison contraire, s'apperçoit partout où cette planète seroit visible, si elle n'étoit point éclipsée. C'est ce qui rend les *Eclipses de soleil* beaucoup plus rares que les *Eclipses de lune* pour un lieu déterminé : 2°. que dans les *Eclipses annulaires* (*fig.* 3.) l'anneau lumineux, qui entoure le disque de la lune, ne dure que quelques minutes pour le même lieu, parce que, pour le voir parfaitement, il faut avoir l'œil dans l'axe prolongé *CD* de l'ombre lunaire, lequel axe chemine aussi vîte que le mouvement de la lune surpasse en vîtesse celui du soleil.

C'est un spectacle assez singulier que celui d'une *Eclipse totale de soleil.* L'obscurité y est subite, et pour ainsi dire, plus grande que celle de la nuit la plus noire. On ne voît pas où pouvoir mettre le pied, et les oiseaux retombent vers la terre, par l'effroi que leur cause une obscurité si subite. On apperçoit les étoiles et les planètes aussi distinctement que dans la plus belle nuit d'hiver. Il n'y a pas eu à Paris d'*Eclipse totale de soleil*, depuis celle du 22 Mai 1724. Dans cette *Eclipse*, l'obscurité totale dura deux minutes et un quart à Paris ; mais la première petite partie du soleil qui se découvrit, lança un trait de lumière subit et très-vif, qui parut dissiper l'obscurité entière.

ECLIPSE DES SATELLITES. Obscurité produite sur le disque d'un Satellite, par l'ombre de sa planète principale, qui se trouve alors placée entre le soleil et le Satellite. Il ne s'agit ici que des *Eclipses des Satellites de Jupiter* ; ce sont les seules que l'on cherche à observer.

Les Satellites de Jupiter tournent fort vîte autour de cette planète : leur orbite est peu inclinée à celle de Jupiter : et leur volume est très-petit en comparaison de celui de Jupiter. Il arrive de là qu'à chacune de leurs révolutions, ces Satellites sont nécessairement plongés dans l'ombre de Jupiter ; d'où il suit que leurs *Eclipses* sont très-fréquentes. Mais il faut savoir qu'avant l'opposition de Jupiter, et pendant tout le temps qu'il passe au méridien le matin ou après minuit, les *Eclipses de ses Satellites* se font à l'occident de Jupiter : au contraire après son opposition, et pendant tout le temps que Jupiter passe au méridien le soir ou après

midi, ces *Eclipses* se font à l'orient de Jupiter. La distance apparente du Satellite, par rapport à Jupiter au moment d'une *Eclipse*, est d'autant plus grande, que Jupiter est plus près de sa quadrature.

Il y a principalement deux choses à observer dans une *Eclipse d'un Satellite*; savoir, son immersion et son émersion. Lorsque le Satellite commence à se plonger dans l'ombre, ce qui est le moment de son immersion, on le voit diminuer peu-à-peu, et enfin disparoître totalement; ce qui est l'immersion totale. Ensuite il faut être très-attentif à saisir le moment de son émersion, qui arrive à l'instant où l'on commence à voir pointiller le Satellite : après quoi on le voit augmenter peu-à-peu jusqu'au moment de l'émersion totale.

Comme les *Eclipses des Satellites de Jupiter* peuvent être apperçues au même instant de différens endroits de la terre, elles sont un moyen très-sûr et très-en usage de conclure avec exactitude la différence des méridiens de ces différens lieux, et par conséquent leur longitude. (*Voyez* LONGITUDE).

ECLIPTIQUE: L'un des grands cercles mobiles de la sphère *H G I* (*Pl. LIV, fig.* 4), qui coupe l'équateur en deux points diamétralement opposés, et fait avec lui un angle d'environ 23 degrés et demi. C'est ce cercle que le soleil paroît parcourir par son mouvement annuel, et que la terre parcourt réellement d'occident en orient, dans l'espace d'une année. Ce cercle est appelé *Ecliptique*, parce que c'est dans ce cercle que se font toutes les Eclipses; puisque le centre du soleil et celui de la terre ne s'en écartent jamais.

L'*Ecliptique* est divisé, de même que tous les autres cercles, en 360 parties égales ou degrés, mais avec cette différence, qu'au lieu de continuer à compter les degrés de suite, comme à l'ordinaire, on divise ce cercle en 12 parties égales de 30 degrés chacune, et à chacune desquelles on a donné un nom et un caractère particulier, qu'on marque dans la sphère sur le zodiaque, qui est une bande circulaire large de 16 degrés, et partagée en deux parties égales par l'*Ecliptique*. (*Voyez* ZODIAQUE).

L'*Ecliptique* touche les tropiques dans deux points

H et *I* diamétralement opposés, et qui sont chacun distans, de part et d'autre, de 90 degrés des deux points où il coupe l'équateur. Il coupe aussi le colure des équinoxes dans ces deux derniers points; et celui des solstices dans les deux points où il touche les tropiques.

Chaque point de la circonférence de l'*Ecliptique* est éloigné de 90 degrés de deux points, que l'on appelle ses poles, et qui sont distans des poles *P*, *Q* de l'équateur d'environ 23 degrés et demi.

C'est sur l'*Ecliptique* que se comptent les longitudes des astres. (*Voyez* LONGITUDE DES ASTRES). Et c'est de ce cercle que l'on commence à compter la latitude des astres. (*Voyez* LATITUDE DES ASTRES).

Nous avons dit que l'*Ecliptique* étoit incliné à l'équateur, et faisoit avec lui un angle d'environ 23 degrés et demi : c'est cette inclination ou cet angle que l'on appelle *Obliquité de l'Ecliptique*. (*Voyez* OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE).

ECLIPTIQUE. (*Obliquité de l'*) (*Voyez* OBLIQUITÉ DE L'ÉCLIPTIQUE).

ECLIPTIQUE. (*Poles de l'*) (*Voyez* POLES DE L'ÉCLIPTIQUE).

ECOULEMENS DES FLUIDES ou LIQUEURS. On appelle ainsi les volumes de fluides ou liqueurs qui s'échappent par différens trous. Ces *Ecoulemens* sont d'autant plus prompts, ont d'autant plus de vîtesse, et font d'autant plus de dépense du fluide ou de la liqueur, que les trous sont plus grands, et que la hauteur verticale du fluide au-dessus du trou est plus considérable.

La vîtesse du fluide, à la sortie du trou, est égale à celle qu'acquerroit un corps grave en tombant de la hauteur verticale de la surface du fluide au-dessus de l'orifice.

La liqueur, au sortir de l'orifice, a une vîtesse capable de la faire remonter à une hauteur verticale égale à celle de la surface du fluide; au-dessus de l'orifice : de même qu'un corps, en tombant, en vertu de sa pesanteur, d'une certaine hauteur, acquiert une vîtesse capable de le faire remonter à cette hauteur. (*Voyez*

CHUTE DES CORPS). De sorte que, si la vîtesse de la liqueur, au sortir de l'orifice, étoit continuée uniformément, la liqueur parcourroit un espace double de la hauteur de la liqueur au-dessus de l'orifice, pendant le même temps qu'un corps pesant emploieroit à tomber de cette hauteur.

Les quantités de liqueur qui sortent dans le même tems par des orifices différens, chacune sous des hauteurs ou charges constantes (en supposant que les vases ou bassins sont entretenus également pleins pendant toute la durée de l'*Ecoulement*), sont entre elles comme *les produits des aires des orifices par les racines quarrées des hauteurs.* Par exemple, l'expérience a appris qu'un orifice circulaire d'un pouce (27 millimètres) de diamètre, percé dans une mince paroi, sous 4 pieds (13 décimètres) de charge, fournit, dans une minute de temps, 5436 pouces cubes (107724 centimètres cubes) d'eau. Si l'on veut savoir ce que fournira, dans le même temps, un orifice circulaire de 2 pouces (54 millimètres) de diamètre, sous 9 pieds ($29\frac{1}{4}$ décimètres) de charge, on fera la proportion suivante. (On sait que l'orifice de 2 pouces (54 millimètres) est quatre fois aussi grand que l'orifice de 1 pouce (27 millimètres); parce que les aires des cercles sont comme les quarrés des diamètres. $1 \times \sqrt{4} : 4 \times \sqrt{9} :: 5436 : x$; ou 2 : 12 :: 5436 pouces cubes : 32616 pouces cubes d'eau. (En mesures décimales; $1 \times \sqrt{13} : 4 \times \sqrt{29\frac{1}{4}} :: 107724 : x$; ou 3,6 : 21,6 :: 107724 centimètres cubes : 646344 centimètres cubes d'eau). C'est cette dernière quantité que fournira l'orifice de 2 pouces ou 54 millimètres de diamètre, sous 9 pieds ou $29\frac{1}{4}$ décimètres de charge.

La quantité d'eau qui sort par ces orifices, dans un temps donné, n'est pas aussi grande que semble le promettre la grandeur de leur ouverture; parce que la veine fluide se contracte au sortir de l'orifice, et cela jusqu'à une distance qui égale à-peu-près la moitié du diamètre de l'orifice : et le diamètre de la veine contractée est au diamètre de l'orifice comme $3\frac{1}{6}$ est à 4, ou comme 19 est à 24 : de sorte que son aire est à celle de l'orifice, comme 10 à 16. Cette contraction de la veine est produite par les directions plus ou moins

obliques que suivent les particules latérales du fluide pour se porter vers l'orifice : et ce mouvement oblique peut se décomposer en deux autres ; l'un parallèle au plan de l'orifice, et qui contracte la veine fluide ; l'autre perpendiculaire au même plan, et le seul qui produise l'*Ecoulement*.

De ce que venons de dire, il suit : 1°. que *les dépenses d'eau faites en temps égaux par différens orifices sous une même hauteur de réservoir, sont entre elles, à peu de chose près, comme les aires des orifices.*

2°. Que *les dépenses d'eau faites en temps égaux par une même ouverture, sous différentes hauteurs de réservoir, sont entre elles, à peu de chose près, comme les racines quarrées des hauteurs correspondantes de l'eau dans le réservoir au-dessus des centres des mêmes ouvertures.*

3°. Qu'en général *les quantités d'eau dépensées, pendant le même temps, par différentes ouvertures, sous différentes hauteurs de réservoir, sont entre elles en raison composée des aires des ouvertures et des racines quarrées des hauteurs des réservoirs.*

Le frottement contre les bords de l'orifice diminue cette dépense, et plus dans les petits orifices que dans les grands ; parce que, comparativement à l'étendue de l'aire de chaque orifice, il y a plus de points frottans contre les bords de l'orifice dans les petits, qu'il n'y en a dans les grands ; car les circonférences diminuent beaucoup moins que les aires. D'où il suit, 1°. que *le frottement est cause que, de plusieurs orifices de figures semblables, les petits fournissent moins à proportion que les grands, sous une même hauteur d'eau dans le réservoir.*

2°. Que *de plusieurs orifices d'aires égales, celui dont le périmètre est le moindre, doit, à cause du frottement, fournir plus d'eau que les autres, sous une même hauteur de réservoir.* Aussi les orifices circulaires sont, à cet égard, les plus avantageux de tous ; car la circonférence du cercle est la plus courte de toutes les lignes qu'on peut choisir pour renfermer un espace donné : il y a donc moins de surface frottante relativement à la grandeur de l'aire.

ECOULEMENS *électriques*. On appelle ainsi la ma-

tière électrique tant effluente qu'affluente, actuellement en mouvement, et qui sort tant du corps électrisé, que des autres corps qui l'avoisinent, et même de l'air qui l'environne. (*Voyez* MATIÈRE EFFLUENTE, et MATIÈRE AFFLUENTE).

Ces *Ecoulemens* forment deux courans, qui vont en sens contraires, et qu'on appelle *courans électriques*. (*Voyez* COURANS ELECTRIQUES).

Ce sont eux aussi qui forment une espèce d'athmosphère aux corps qui sont actuellement électrisés. (*Voyez* ATHMOSPHÈRE ELECTRIQUE).

ECREVISSE. Nom que l'on donne quelquefois à la constellation du cancer. (*Voyez* CANCER).

ECROUIR. C'est battre les métaux à froid. Par ce procédé, on rend les métaux plus durs, plus roides, plus élastiques, plus durables, moins sujets à se bossuer, et susceptibles d'un plus beau poli. Il n'y a point d'ouvriers intelligens en orfévrerie, en horlogerie, en instrumens de mathématiques, qui manquent à *Ecrouir* leurs ouvrages. Les platines d'horlogerie et les instrumens de mathématiques, acquièrent par-là plus de dureté et de solidité : la vaisselle d'argent devient par-là plus durable, et reçoit un poli plus brillant ; car par l'*Ecroui*, on rapproche les parties du métal, et l'on en rend les pores plus serrés.

ECU DE SOBIESKI. Nom que l'on donne en astronomie, à une des 11 nouvelles constellations formées par *Hévélius*, et ajoutées aux anciennes, dans son ouvrage intitulé : *Firmamentum Sobieskianum*, dans lequel il a représenté la figure de cette constellation. (*Voyez l'astronomie de la Lande, page* 188).

Cette constellation est placée dans l'hémisphère austral assez proche de l'équateur, entre Antinoüs, le Sagittaire et le Serpentaire.

EFFLUENCES ELECTRIQUES. On appelle ainsi les rayons de matière électrique, qui sortent d'un corps actuellement électrisé. C'est là le nom que leur a donné l'*Abbé Nollet*, tandis qu'il a nommé *Affluences Electriques* les rayons de la même matière, qui arrivent au corps actuellement électrisé (*Voyez* AFFLUENCES ELECTRIQUES) : et comme ces deux courans ont lieu

dans le même temps, et toutes les fois qu'un corps est électrisé, soit par frottement, soit par communication, il les a nommés *Effluences et Affluences simultanées.* (*Voyez* ELECTRICITÉ). (*Voyez aussi* MATIÈRE EFFLUENTE).

EFFLUENTE. (*Matière*) (*Voyez* MATIÈRE EFFLUENTE).

EFFORT. Terme fréquemment usité pour désigner la force avec laquelle un corps en mouvement tend à produire un effet, soit qu'il le produise réellement, soit que quelque obstacle l'empêche de le produire.

On dit en ce sens, qu'un corps qui se meut suivant une courbe, fait *Effort* à chaque instant pour s'échapper par la tangente; qu'un coin qu'on pousse dans une pièce de bois fait *Effort* pour la fendre, etc. L'*Effort* paroit être suivant quelques auteurs, par rapport au mouvement, ce que le point est par rapport à la ligne; au moins ont-ils cela de commun tous les deux, que comme le point est le commencement de la ligne ou le terme par où elle commence, l'*Effort* est aussi, selon ces auteurs, le commencement de tout mouvement; mais cette dernière idée ne peut s'appliquer tout au plus qu'aux *Efforts* qui tendent à produire une vîtesse infiniment petite dans un instant, comme l'*Effort* de la pesanteur, celui de la force centrifuge, etc. Si l'on veut entendre par le mot *Effort* toute tendance au mouvement, ce qui est bien plus exact et plus naturel, alors la mesure de l'*Effort* sera la quantité de mouvement qu'il produit ou qu'il produiroit, si un obstacle ne l'en empêchoit, ou, ce qui est la même chose, le produit de la masse par la vîtesse actuelle du corps ou par sa vîtesse virtuelle, c'est-à-dire, par la vîtesse qu'il auroit sans la résistance de l'obstacle. (*Voyez* FORCE, ACTION, PERCUSSION, PESANTEUR, etc.)

EGAL. Epithète que l'on donne aux choses qui ont entr'elles une parfaite égalité, relativement à leurs quantités.

EGALES. (*Figures*) (*Voyez* FIGURES ÉGALES).

EGALITÉ. Convenance exacte de deux ou de plusieurs choses par rapport à leurs quantités. Deux lignes droites ont de l'*Egalité* entr'elles, ou, ce qui est la même

chose, sont *Égales*, quand elles sont de même longueur. Deux angles sont *Égaux*, quand ils sont de même nombre de degrés. Deux triangles sont *Égaux*, quand leurs trois angles sont *Égaux* chacun à chacun, et qu'en même temps leurs trois côtés homologues sont pareillement *Égaux* chacun à chacun; etc. En général, les figures qui ont entr'elles de l'*Égalité*, doivent se couvrir exactement, étant mises les unes sur les autres.

EGAUX. (*Angles*) (*Voyez* ANGLES ÉGAUX).

EGAUX. (*Triangles*) (*Voyez* TRIANGLES ÉGAUX).

ÉLASTICITÉ. Effort par lequel les corps comprimés tendent à se rétablir dans leur premier état. Un corps qui a de l'*Élasticité*, est donc celui qui, après avoir été comprimé par une puissance quelconque, reprend, lorsque cette compression cesse d'agir, les mêmes dimensions et la même figure qu'il avoit avant d'être comprimé. Tel est un arc que l'on courbe au moyen de sa corde, et qui, si l'on vient à couper la corde, reprend sa première situation. Telle est encore une bille d'ivoire que l'on laisse tomber sur un plan de marbre : par sa chûte et son choc contre le marbre, elle éprouve une compression, qui porte une portion plus ou moins grande de cette petite sphère vers son centre, et lui fait perdre sa forme ronde : l'instant après, il ne reste sur la bille aucune marque de cette compression; elle a repris sa forme ronde, par son *Élasticité* : et c'est ce qui a causé son mouvement réfléchi.

Ce que nous venons de dire, prouve que l'*Élasticité* suppose nécessairement, dans les corps qui en jouissent, de la compressibilité. Un corps qui ne seroit point compressible, ne pourroit être élastique; car ne pouvant pas changer de figure, il ne seroit pas dans le cas de la reprendre.

Nous avons dit que l'*Élasticité* consiste en ce qu'un corps se rétablisse, après avoir été comprimé. Pour que cette *Élasticité* soit parfaite, il faut que le corps se rétablisse, 1°. complétement; 2°. avec autant de prestesse que celle avec laquelle il a été comprimé : c'est-à-dire, qu'il faut que le corps revienne précisément au même état qu'il avoit auparavant, et qu'il reprenne

cet état en un temps aussi court que celui qu'il a fallu pour le lui faire perdre. Si nous en exceptons la matière de la lumière et l'air, nous ne connoissons point de corps qui jouissent de cette perfection d'*Élasticité*. Aucun ne se rétablit complètement; et tous emploient, à reprendre leur état, plus de temps qu'ils n'en ont mis à le perdre. Et parmi ceux-ci, tous ne sont pas élastiques au même degré; dans les uns, cette force élastique est aisée à appercevoir; les effets en sont sensibles, et chacun réagit, plus ou moins, selon la dureté, la roideur, ou la disposition de ses parties internes. Mais non-seulement cette qualité n'est pas parfaite, comme nous venons de le dire; mais on remarque presque toujours qu'elle se perd, ou du moins s'affoiblit par un long usage, ou par une compression d'une trop longue durée. Un arc qui a été trop long-temps ou trop souvent tendu, garde enfin la courbure qu'on lui a fait prendre. Le crin, la laine ou la plume, ces matières élastiques dont nous garnissons nos meubles, perdent, par succession de temps, presque tout leur ressort, et ce n'est qu'en les remuant beaucoup ou les cardant de nouveau, que nous faisons revivre en elles cette *Élasticité* qui nous est si précieuse, et qui nous fournit tant de commodités. Il y a d'autres corps qui ne se rétablissent presque point, dans lesquels les effets de l'*Élasticité* sont presqu'insensibles. Dans ces corps, quoiqu'ils aient réellement un peu d'*Élasticité*, on est dans l'usage de la regarder comme nulle; et on appelle ces sortes de corps, *Corps non-élastiques*, *Corps sans ressort*, ce qui veut dire seulement, corps privés d'un ressort assez actif pour être compté pour quelque chose.

D'après ce que nous venons de dire, on voit bien que nous regardons l'*Élasticité* comme une propriété générale des corps, comme une propriété qui appartient à tous indistinctement, quoiqu'à un degré plus ou moins élevé. Nous n'en excepions pas même les liqueurs; car elles sont capables de transmettre les sons: or il n'y a que des corps élastiques qui puissent le faire. (*Voyez* Son).

S'il y a des corps qui perdent quelquefois leur *Élasticité*, il y en a aussi dans lesquels on peut l'augmenter par

par différens moyens employés dans les arts. Les corps sonores devant avoir un ressort très-actif, on augmente l'*Élasticité* des métaux dont on fait les cloches, les timbres, etc. en les mêlant avec d'autres métaux ou demi-métaux; ce que l'on appelle *alliage* (*Voyez* ALLIAGE DES MÉTAUX); parce qu'on a remarqué qu'un pareil mêlange est plus dur, plus roide et plus élastique que les métaux simples dont il est composé.

La plupart des métaux, même sans être alliés, acquièrent une plus grande *Élasticité*, prennent un ressort plus actif, lorsqu'on les bat à froid; ce que les ouvriers appellent *écrouir*. On augmente donc l'*Élasticité* des métaux par l'*écroui*. (*Voyez* ÉCROUIR). Si vous voulez en avoir la preuve, prenez, dans la même planche de cuivre, deux lames de ce métal, de mêmes dimensions : battez l'une des deux à froid sur un enclumeau, ensuite essayez de les courber : sitôt que vous les lâcherez, celle des deux qui aura été écrouie, reprendra son premier état; et l'autre gardera presqu'en entier la courbure que vous lui aurez donnée.

Mais de tous les corps dont on augmente artificiellement l'*Élasticité*, il n'en est point de plus remarquable, et sur lequel on produise un plus grand effet, que sur l'acier : et parmi les différens procédés qu'on emploie pour cela sur ce métal, il n'en est point de plus efficace que la *trempe*. (*Voyez* TREMPE DE L'ACIER). Si la trempe a produit un plus grand effet que celui dont on a besoin, on peut le modérer et diminuer cette *Élasticité* par le *recuit*. (*Voyez* RECUIT).

Quoique nous ayions des procédés certains pour augmenter ou diminuer la force du ressort de plusieurs corps, nous n'en connoissons pas mieux la cause de l'*Élasticité* en général. Tout ce qu'on a imaginé jusqu'à présent, pour en rendre raison, n'est que conjectures mal fondées, et souvent démenties par l'expérience.

On a d'abord prétendu que c'étoit de l'air que dépendoit l'*Élasticité* des corps. On croyoit que l'air, s'insinuant par les pores entre les parties des ressorts tendus, les poussoit de manière à leur faire reprendre leur première situation, et qu'ainsi il rendoit ces corps

élastiques. Mais cela est démenti par l'expérience; puisque l'*Élasticité* a lieu dans le vide de *Boyle*, comme en plein air.

On a donc eu recours à un autre fluide beaucoup plus subtil que l'air grossier, et on l'a supposé lui-même élastique. En conséquence, voici comment on a raisonné. Quand on courbe un ressort, les pores de la partie qui devient convexe, s'élargissent; et ceux du côté qui devient concave, se rétrecissent: les petites particules de ce fluide élastique qui se trouvent dans ces derniers pores, sont comme autant de petits ballons comprimés qui, par leur *Élasticité*, tendent à se rétablir, et redressent ainsi le ressort. Mais on suppose ici ce qui est en question; car il s'agit de l'*Élasticité* des corps en général; et il restera toujours à savoir quelle est la cause de l'*Élasticité* de ce fluide. Seroit-ce encore un fluide plus subtil, qui seroit aussi élastique? Nous demanderons encore quelle est la cause de l'*Élasticité* de ce dernier? Et ainsi à l'infini.

Dire que les corps élastiques sont tels, parce qu'ils sont composés de petites parties, dont chacune est douée d'une force élastique; c'est un cercle vicieux bien ridicule.

Enfin, d'autres physiciens attribuent l'*Élasticité* à la force répulsive qu'ont entr'elles les particules des corps. Quand on comprime, disent-ils, un corps élastique, ses pores se rétrecissent; de sorte qu'alors plusieurs particules, qui étoient auparavant à quelque distance l'une de l'autre, se rapprochent de la sphère de leur répulsion réciproque; et cette répulsion devient d'autant plus forte que la compression augmente, c'est-à-dire, que les parties se rapprochent davantage les unes des autres. C'est pourquoi l'*Élasticité* des métaux augmente, quand on les écrouit: plus on les bat à froid, plus ils deviennent élastiques. De là vient encore, ajoutent-ils, que quand les pores d'un corps sont fort grands, ce corps peut souffrir compression sans recevoir beaucoup d'*Élasticité*. N'est-ce pas encore là une supposition sans fondement? Cette force répulsive n'est-elle pas diamétralement opposée à la force attractive? On prétend que les particules des corps s'attirent d'autant plus puissam-

ment, qu'elles se touchent de plus près : et ici l'on dit qu'elles se repoussent d'autant plus vivement, qu'elles sont plus rapprochées les unes des autres. N'est-ce pas supposer des attractions et des répulsions selon le besoin qu'on en a, et tout-à-fait gratuitement? Plutôt que de faire d'aussi mauvais raisonnemens, il vaut bien mieux avouer ingénument que nous ignorons quelle est la cause de l'*Élasticité* des corps. Heureusement cette question n'est pas pour nous bien intéressante. Il nous importe beaucoup plus de connoître les loix suivant lesquelles les corps élastiques agissent les uns sur les autres : et nous les connoissons assez bien. (*Voyez* CHOC DES CORPS).

Loix de l'Élasticité. Pour venir à bout de découvrir la nature et les loix de l'*Élasticité*, nous en considérerons les phénomènes. Nous supposerons donc d'abord que tous les corps dans lesquels on observe cette puissance, soient composés, ou puissent être conçus composés de petites cordes ou fibres qui, par leur union, constituent ces corps; et, pour considérer l'*Élasticité* dans le cas le plus simple, nous prendrons, par exemple, les cordes de musique.

Les fibres n'ont d'*Élasticité* qu'autant qu'elles sont étendues par quelque force, comme on voit par les cordes lâches, qu'on peut faire changer facilement de position, sans qu'elles puissent reprendre la première qu'elles avoient, quoique cependant on n'ait pas encore déterminé exactement par expérience, quel est le degré de tension nécessaire pour faire appercevoir l'*Élasticité*.

Quand une fibre est trop tendue, elle perd son *Élasticité*. Quoiqu'on ne connoisse pas non plus le degré de tension qu'il faudroit pour détruire l'*Élasticité*, il est certain au moins que l'*Élasticité* dépend de la tension, et que cette tension a des limites où l'*Élasticité* commence, et où elle cesse.

Si cette observation ne nous fait pas connoître la cause propre et adéquate de l'*Élasticité*, elle nous fait voir au moins la différence qu'il y a entre les corps élastiques et les corps non-élastiques; comment il arrive qu'un corps perd son *Élasticité*, et comment un

corps destitué de cette force, vient à l'acquérir. Ainsi une plaque de métal devient élastique à force d'être battue ; et si on la fait chauffer, elle perd cette propriété.

Entre les limites de tension, qui sont les termes de l'*Élasticité*, on peut compter différens degrés de force nécessaires pour donner différens degrés de tension, et pour tendre les cordes à telle ou telle longueur. Mais quelle est la proportion de ces forces par rapport aux longueurs des cordes? C'est ce qu'on ne sauroit déterminer que par des expériences faites avec des cordes de métal ; et comme les alongemens de ces cordes sont à peine sensibles, il s'ensuit de là qu'on ne sauroit mesurer directement ces proportions; mais qu'il faut pour cela se servir d'un moyen particulier et indirect. *s'Gravesande* s'est donné beaucoup de peine pour déterminer ces loix : voici le résultat des expériences qu'il a faites pour cela.

1°. Les poids qu'il faut pour augmenter une fibre par la tension, jusqu'à un certain degré, sont dans différens degrés de tension, comme la tension même. Si, par exemple, nous supposons trois fibres de même longueur et de même épaisseur, dont les tensions seront comme 1, 2, 3, des poids qui seront dans la même proportion, les tendront également.

2°. Les plus petits alongemens des mêmes fibres seront entr'eux à-peu-près comme les forces qui les alongent ; proportion qu'on peut appliquer aussi à leur inflexion.

3°. Dans les cordes de même genre, de même épaisseur, et également tendues, mais de différentes longueurs, les alongemens produits en ajoutant des poids égaux, sont les uns aux autres comme les longueurs des cordes; ce qui vient de ce que la corde s'alonge dans toutes ses parties, et que par conséquent l'alongement d'une corde totale est double de l'alongement de sa moitié, ou de l'alongement d'une corde soudouble.

4°. On peut comparer de la même manière les fibres de même espèce, mais de différente épaisseur, en comparant d'abord un plus ou moins grand nombre de

fibres déliées de la même épaisseur ; et prenant ensuite le nombre total des fibres, en raison de la solidité des cordes, c'est-à-dire, comme les quarrés des diamètres des cordes, ou comme leur poids, lorsque leurs longueurs sont égales. De telles cordes doivent donc être tendues également par des forces que l'on supposera en raison des quarrés de leurs diamètres. Le même rapport doit aussi se trouver entre les forces qu'il faut pour courber des cordes, de façon que les flèches de la courbure soient égales dans des fibres données.

5°. Le mouvement d'une fibre tendue, suit les mêmes loix que celui d'un corps qui fait ses oscillations dans une *cycloïde* ; et quelqu'inégales que soient les vibrations, elles se font toujours dans un même temps. (*Voyez* Cycloïde et Corde).

6°. Deux cordes étant supposées égales, mais inégalement tendues, il faut des forces égales pour les fléchir également : on peut comparer leurs mouvemens à ceux de deux pendules, auxquels deux forces différentes feroient décrire des arcs semblables de cycloïdes, et par conséquent les quarrés des temps des vibrations des fibres sont les uns aux autres en raison inverse des forces qui les fléchissent également, c'est-à-dire, des poids qui tendent les cordes. (*Voyez* Pendule).

7°. On peut encore comparer d'une autre manière les mouvemens des cordes semblables également tendues, avec ceux des pendules ; car, comme on fait attention aux temps des vibrations, il faut aussi faire attention aux vîtesses avec lesquelles les cordes se meuvent : or, ces vîtesses sont entr'elles en raison composée de la directe des poids qui fléchissent les cordes, et de l'inverse des quantités de matières contenues dans les cordes, c'est-à-dire, de la longueur de ces cordes. Les vîtesses sont donc en raison inverse des quarrés des longueurs, et des quarrés des temps des vibrations.

Les lames ou plaques élastiques peuvent être considérées comme un amas ou faisceau de cordes élastiques parallèles. Lorsque la plaque se fléchit, quelques-unes des fibres s'alongent, et les différens points d'une même plaque, sont différemment alongés.

On explique l'*Élasticité* d'un fluide, en supposant à toutes ses parties une force centrifuge ; et *Newton* (*Princ. Math. Prop. XXIII. Liv. II.*) prouve, d'après cette supposition, que les particules qui se repoussent ou se fuient mutuellement les unes les autres par des forces réciproquement proportionnelles aux distances de leur centre, doivent composer un fluide élastique, dont la densité soit proportionnelle à sa compression ; et réciproquement, que si un fluide est composé de parties qui se fuient et s'évitent mutuellement les unes les autres, et que sa densité soit proportionnelle à la compression, la force centrifuge de ces particules sera en raison inverse de leur distance. (*Voyez* FLUIDE).

Au reste, il faut regarder cette démonstration comme purement mathématique, et non comme déduite de la véritable cause physique de l'*Élasticité* des fluides. Quelle que soit la cause de cette *Élasticité*, il est constant qu'elle tend à rapprocher les parties désunies ou éloignées, et que par conséquent on peut la réduire, quant aux effets, à l'action d'une force centrifuge, par laquelle les particules du fluide se repoussent mutuellement, sans qu'il soit nécessaire de supposer l'existence réelle d'une pareille force centrifuge. La démonstration subsiste donc, quelle que soit la cause physique de l'*Elasticité* des fluides.

Daniel Bernoulli a donné, dans son *Hydrodynamique*, les loix de la compression et du mouvement des fluides élastiques. Il en tire la théorie de la compression de l'air et de son mouvement en passant par différens canaux, de la force de la poudre pour mouvoir les boulets de canon, etc. *D'Alembert*, dans son Traité de *l'Equilibre, et du mouvement des fluides*, imprimé à Paris en 1744, a aussi donné les loix de l'équilibre et du mouvement des fluides élastiques. Il y remarque que le mouvement d'un fluide élastique diffère principalement de celui d'un fluide ordinaire, par les loix des vîtesses de ses différentes couches. Ainsi quand un fluide non-élastique se meut dans un vase cylindrique, toutes les couches de ce fluide se meuvent avec une égale vîtesse ; mais il n'en est pas de même quand le fluide est élastique ; car si ce fluide se meut dans

un cylindre dont un des bouts soit fermé, la vîtesse de ses tranches est d'autant plus grande, qu'elles sont plus éloignées de ce fond, à-peu-près comme il arrive à un ressort fixé par une de ses extrémités, et dont les parties parcourent en se débandant, d'autant plus d'espace, qu'elles sont plus éloignées du point fixe. Du reste la méthode pour déterminer les loix du mouvement des fluides élastiques, est la même que pour déterminer celle des autres fluides. *Bernoulli*, dans ses *Recherches sur le mouvement des fluides élastiques*, avoit supposé la chaleur du fluide constante, et *l'Elasticité* proportionnelle à la densité. *D'Alembert* a supposé que *l'Elasticité* agit suivant telle loi qu'on voudra.

Jacques *Bernoulli*, dans les *Mém. Acad.* 1703, où il donne la théorie de la tension des fibres élastiques de différentes longueurs, ou de leur compression par différens poids, remarque, avec raison, que la compression des fibres élastiques n'est pas exactement proportionnelle au poids comprimant; et la preuve démonstrative qu'il en apporte, c'est qu'une fibre élastique ne peut pas être comprimée à l'infini; que, dans son dernier état de compression, elle a encore quelqu'étendue; et que quelque poids qu'on ajoutât alors au poids comprimant, la compression ne pourroit pas être plus grande : d'où il s'ensuit évidemment que la compression n'augmente pas généralement en raison du poids.

Pour connoître les rapports entr'elles des différentes *Elasticités* des métaux, *voyez* PROPRIÉTÉS DES MÉTAUX.

ELASTIQUE. Epithète que l'on donne aux corps qui ont la propriété de se rétablir dans leur premier état, après avoir été comprimés; aux corps qui ont de l'élasticité. (*Voyez* ELASTICITÉ). Vous verrez dans cet article que cette épithète convient à tous les corps.

Les corps *Elastiques* sont ou naturels ou artificiels; les principaux, parmi les artificiels, pour le degré de force *Elastique*, sont les arcs d'acier, les boules d'airain, d'ivoire, de marbre, etc. les cuirs et les peaux, les membranes, les cordes ou fils d'airain, de fer, d'argent et d'acier, les nerfs, les boyaux, les cordes de lin et de chanvre.

Les principaux entre les naturels sont les éponges, les branches d'arbres verts, la laine, le coton, les plumes, etc. On dispute si l'eau a ou n'a point de force *Elastique*; plusieurs Philosophes croient qu'elle n'en a point ou peu par elle-même, et que si elle en montre quelquefois, on doit l'attribuer à l'air qui y est contenu. (*Voyez* EAU).

Les principaux phénomènes qu'on observe dans les corps *Elastiques*, sont qu'un corps *Élastique* (nous supposons ici ce corps parfaitement *Elastique*, et nous imaginons qu'il y en a de tels) fait effort pour se remettre dans l'état où il étoit avant la compression, avec la même quantité de force qui a été employée à le presser ou à le bander; car la force avec laquelle on tire une corde, est la même que celle avec laquelle cette corde résiste à la traction; de même un arc reste bandé, tant qu'il y a équilibre entre la force qui est employée à le bander, et celle avec laquelle il résiste.

2°. Les corps *Elastiques* exercent également leurs forces en tout sens, quoique l'effet se fasse principalement appercevoir du côté où la résistance est la moins forte; ce qui se voit évidemment dans l'exemple d'un arc qui lance une flèche; du canon, lorsque le boulet en sort, etc. (*Voyez* RECUL).

3°. Les corps *Elastiques* sonores, de quelque manière qu'on les frappe ou qu'on les pousse, font toujours à-peu-près les mêmes vibrations; ainsi une cloche rend toujours un même son, de quelque manière ou de quelque côté qu'on la frappe. De même une corde de violon rend toujours le même son, à quelqu'endroit qu'on la pousse avec l'archet. Or les différens sons consistent, comme l'on sait, dans la fréquence plus ou moins grande des vibrations du corps sonore. (*Voyez* SON).

4°. Un corps parfaitement fluide, s'il y en a de tels, ne sauroit être *Elastique*, parce que ses parties ne sauroient être comprimées. (*Voyez* FLUIDE).

5°. Un corps parfaitement solide, s'il y en avoit de tels, ne sauroit être parfaitement *Elastique*, parce

que n'ayant point de pores, il ne sauroit être susceptible de compression. (*Voyez* SOLIDE).

6°. Les corps durs, longs et flexibles, propres à acquérir de l'*Elasticité*, l'acquièrent principalement de trois manières, par leur extension, leur contraction ou leur tension.

7°. Lorsque les corps se dilatent par leur force *Elastique*, ils emploient pour cela une moindre force dans le commencement de leur dilatation que vers la fin, parce que c'est à la fin qu'ils sont le plus comprimés, et que leur résistance est toujours égale à la compression.

8°. Le mouvement par lequel les corps comprimés se remettent dans leur premier état, est ordinairement un mouvement accéléré. (*Voyez* DILATATION). Quant aux loix du mouvement et de la percussion dans les corps *Elastiques* (*voyez* sur cela les *articles* MOUVEMENT *et* PERCUSSION, *voyez aussi* RESSORT).

Je ferai seulement ici les deux observations suivantes:

1°. On suppose ordinairement qu'un corps *Elastique*, à ressort parfait, qui vient frapper un plan inébranlable, reçoive par le débaudement du ressort une vîtesse précisément égale et en sens contraire à celle qu'il avoit en frappant le plan. Il faut cependant remarquer qu'un corps *Elastique* peut se rétablir parfaitement dans sa figure, en perdant beaucoup de sa vîtesse: en voici la preuve: supposons deux corps A, B, durs, unis ensemble par un ressort attaché à tous les deux, et supposons que ce système vienne à frapper perpendiculairement un plan inébranlable avec la vîtesse a, il est certain que le corps antérieur A perdra d'abord tout son mouvement, qu'ensuite le corps B avancera contre le plan et contre le corps A, en comprimant le ressort avec la vîtesse a, et que ce ressort, en se débandant, lui rendra la vîtesse a, laquelle étant partagée aux deux masses A, B, deviendra $\frac{A\,a}{B \times A}$; donc la vîtesse du système des deux corps A, B, sera moindre après le choc qu'auparavant, quoique le système conserve la même figure. Pour qu'un corps *Elastique* ne perdît rien de sa vîtesse par le choc, il faudroit sup-

poser que le ressort dont il est pourvu, rendit ses parties susceptibles de division à l'infini; en sorte que quand il choque un plan, il n'y eût que la partie infiniment petite contigue au plan, qui perdit tout-à-coup sa vitesse, les autres parties ne perdant la leur que par degrés insensibles. Or on sent bien que cette supposition est plus mathématique que physique; en effet, l'expérience prouve que les corps *Elastiques* les plus parfaits, perdent quelque partie de leur vitesse par le choc, sans que leur figure soit aucunement altérée.

2e. *Mariotte*, dans son Traité du choc des corps, dit que si on frappe un cerceau avec un bâton pour le faire avancer, la partie du cerceau opposée à la partie choquée avancera vers le bâton, et s'applatira, tandis que le cerceau entier ira en avant; ce phénomène est aisé à expliquer par les principes de DYNAMIQUE. Le cerceau étant en repos au moment du choc, on peut regarder son repos actuel comme composé de deux mouvement égaux et contraires; l'un progressif, et l'autre opposé à celui-là, et contraire à l'impulsion du bâton; donc, en vertu de ce dernier mouvement, le cerceau est dans le même état que s'il étoit poussé directement contre le bâton. Or, dans ce cas, il est évident qu'il doit s'applatir par la partie la plus éloignée du bâton. Donc, etc. (*Voyez* PERCUSSION).

ELASTIQUE. (*Corps*) (*Voyez* CORPS ÉLASTIQUE).

ELASTIQUE. (*Corps non-*) (*Voyez* CORPS NON-ÉLASTIQUE).

ELECTRICITÉ. Nom que l'on donne à l'action d'un corps que l'on a mis en état d'attirer à lui et de repousser des corps légers qu'on lui présente à une certaine distance; de faire sentir sur la peau une impression à-peu-près semblable à celle du coton cardé ou d'une toile d'araignée qu'on rencontreroit flottante en l'air; de répandre une odeur comparable à celle du phosphore d'urine ou de l'ail; de lancer des aigrettes d'une matière enflammée; de produire des étincelles brillantes; de faire sentir des piquûres très-vives aux corps animés qu'on lui présente; de leur causer des commotions violentes; d'enflammer les liqueurs ou vapeurs spiritueuses; enfin de communiquer à d'autres

corps la faculté de produire ces mêmes effets pendant un certain tems.

On trouve dans les plus anciens monumens de la Physique, que les Naturalistes ont connu de tout temps au *Succin* la propriété d'attirer des pailles et autres corps légers. On s'est apperçu par la suite que les corps bitumineux et résineux, tels que le *soufre*, le *jayet*, la *cire*, la *résine*, avoient aussi cette propriété; que le *verre*, les *pierres précieuses*, la *soie*, la *laine*, le *crin*, et presque tous les *poils des animaux*, avoient la même vertu; qu'il suffit de bien sécher chacun de ces corps, et de les frotter un peu, pour voir voler vers eux tous les corps légers qu'on leur présente. Sur ces exemples, on a depuis chauffé un peu plus vivement, et frotté avec plus de patience une infinité d'autres corps, et on leur a trouvé aussi la même propriété : en sorte qu'en poussant plus loin cet examen, on s'est assuré que tous les corps de la nature peuvent devenir électriques, pourvu qu'ils soient auparavant parfaitement séchés et frottés.

Néanmoins les métaux se sont constamment soustraits à cette épreuve; rougis, frottés, battus, limés, ils n'ont jamais donné le moindre signe d'attraction électrique; en sorte qu'ils font une exception à la règle générale, ainsi que l'eau et toutes les liqueurs qu'il est impossible de soumettre au frottement.

En examinant à quel degré tous les corps de la nature deviennent électriques par l'effet du frottement, on voit que l'on peut descendre, par une infinité de nuances, de ceux qui s'électrisent beaucoup et facilement, à ceux dont la vertu se rend à peine sensible, jusqu'à ce qu'on arrive aux métaux, sur lesquels, comme on vient de le dire, le frottement n'a aucun effet; c'est pourquoi on a partagé, en deux classes générales, tous les corps de la nature, suivant qu'ils sont plus ou moins susceptibles d'*Electricité*.

On a compris dans la première classe ceux qui s'électrisent très-facilement après avoir été un peu chauffés et frottés, et on les appelle simplement *Corps Electriques*; tels sont,

1°. Les diamans blancs et colorés de toutes espèces,

le rubis, le saphir., le peridot, l'émeraude, l'opale, l'améthyste, la topaze, le béril, les grenats, enfin le crystal de roche, et tous ceux qu'on appelle *Cailloux du Rhin*, de *Médoc*, etc.

2°. Le verre et tous les corps vitrifiés; savoir, les émaux de toute couleur, la porcelaine, le verre d'antimoine, de plomb, etc.

3°. Les baumes, larmes, et résines de toutes espèces, tels que la poix noire, la poix résine, la térébenthine cuite, la colophane, le baume du Pérou, le mastic, la gomme copale, la gomme laque et la cire, etc.

4°. Les bitumes, le soufre, le succin, le jayet, l'asphalte, etc.

5°. Certains produits des animaux, tels que la soie, les plumes, le crin, la laine, les cheveux, et tous les poils des animaux morts ou vivans.

La seconde classe contient les corps qui ne s'électrisent pas du tout par le frottement, ou du moins très-peu, et que l'on nomme pour cet effet *non-Electriques*; savoir,

1°. L'eau et toutes les liqueurs aqueuses qui sont incapables de s'épaissir et d'être frottées.

2°. Tous les métaux parfaits et imparfaits, et la plupart des minéraux; savoir, l'aimant, l'antimoine, le zinc, le bismuth, l'agate, le jaspe, le marbre, le grès, l'ardoise, la pierre de taille, etc.

3°. Tous les animaux vivans, à l'exception de leurs poils; on peut y joindre aussi la plupart de leurs produits; savoir, le cuir, le parchemin, les os, l'ivoire, la corne, les dents, l'écaille, la baleine, les coquilles, etc.

4°. Enfin les arbres et toutes les plantes vivantes, et la plupart des choses qui en dépendent, telles que le fil, la corde, la toile, le papier, etc.

Ce n'est pas que ces corps ne puissent jamais devenir électriques par d'autres moyens que par la chaleur et le frottement, mais parce que ces deux préparations leur sont ordinairement insuffisantes. En effet, quoique les métaux et les liqueurs ne puissent pas devenir électriques par la voie du frottement, ils le deviennent très-bien, comme nous le verrons dans la suite, dans

la simple approche d'un autre corps électrisé. Il est vrai que ces corps ne peuvent manifester la vertu qu'ils reçoivent que dans de certaines circonstances, et qu'ils la perdent avec la même facilité qu'ils la reçoivent, si on ne prend pas quelque précaution pour la leur conserver, et la fixer, pour ainsi dire, dans leur étendue. Cette précaution, pour le dire d'avance, consiste à les poser sur des corps électriques un peu élevés, et à les éloigner suffisamment de ceux qui pourroient leur enlever les courans de matière électrique, à mesure qu'on les répandroit sur eux.

Ainsi une barre de fer deviendra électrique par l'approche d'un tube de verre frotté, si elle est soutenue horizontalement par deux autres tuyaux de verre bien secs, ou suspendue par des cordons de soie, ou enfin posée sur un pain de résine de quelques pouces d'épaisseur; et on électrisera de même l'eau et les autres métaux, ainsi que tous les autres corps, qui ne pouvant être électrisés que très-peu par le frottement, sont rangés dans la classe des *non-Electriques*. Ceux-ci acquerront même beaucoup plus d'*Electricité* par le moyen que nous venons d'indiquer qu'on n'en pourroit jamais exciter dans d'autres corps en les frottant.

La flamme paroît nuire à l'*Electricité*; en approchant seulement une bougie allumée d'une tube de verre frotté, ou d'une barre de fer électrisée par communication, on voit sensiblement diminuer leur vertu électrique, lors même que la bougie en est encore éloignée de 12 à 15 pouces (environ 4 décimètres). Cette vertu disparoît à vue d'œil, à mesure qu'on approche la bougie de plus près; en sorte que si on porte subitement la flamme sur ces corps électriques, leur vertu cesse aussitôt, et ne se rétablit qu'avec peine par un nouveau frottement. Le charbon et tous les corps embrasés produisent le même effet, aussi bien que les métaux qu'on a fait rougir jusqu'au blanc; ceux-ci n'ont cependant pas la même propriété, quand ils sont seulement bien échauffés, et qu'ils ne commencent qu'à rougir; ce qui prouveroit que ce n'est pas par l'effet de la chaleur que disparoit la vertu électrique, mais

plutôt par l'effet des vapeurs et des émanations particulières, que les corps embrasés laissent échapper.

La plupart des choses que nous avons à dire sur cet article et sur tous ceux qui y ont rapport, seront tirées des différens ouvrages qu'ont publiés sur cette matière l'abbé *Nollet*, *Franklin*, *du Fay et Jallabert*. Dans une matière telle que celle-ci, et où il reste encore beaucoup de difficultés, il seroit bien difficile de prendre un parti d'une manière déterminée. Nous allons exposer les conjectures de ces physiciens; et chacun pourra adopter celles qui lui paroîtront les plus raisonnables.

Conjectures de l'Abbé Nollet sur l'Electricité.

Pour bien développer le mécanisme de l'*Electricité*, il faudroit un système par le moyen duquel on pût rendre raison de tous les phénomènes électriques : celui de l'Abbé *Nollet*; qui admet dans le même temps deux courans de matière électrique, qui se meuvent en sens contraires, l'un de l'autre, et qu'il exprime par ces mots, *Effluences et affluences simultanées*, est un de ceux qui paroît assez propre à expliquer presque tous les faits que l'expérience nous a fait connoître. Pour le prouver, nous allons énoncer ceux de ces faits qui sont les plus importans et le plus solidement établis par l'expérience; et comme l'a fait l'abbé *Nollet*, en former ensuite des propositions fondamentales, à l'aide desquelles on puisse expliquer presque tous les phénomènes électriques connus jusqu'à présent. Développons donc le système de l'abbé *Nollet*.

Il y a deux manières connues d'électriser les corps : 1°. En les frottant, ou avec la main nue, ou avec une peau de chamois, ou avec une étoffe, ou avec un papier gris, ou avec quelque autre matière de cette nature. 2°. En approchant fort près d'eux, ou en leur faisant toucher légèrement un corps qui soit récemment électrisé.

Il y a aussi différens signes par lesquels l'*Electricité* se manifeste : tels sont les attractions et répulsions, les émanations sensibles au tact, l'odeur de phosphore d'urine ou d'ail, les pétillemens, les aigrettes lumineuses,

les étincelles brillantes, les inflammations des liqueurs ou vapeurs spiritueuses, les piquûres qui se font sentir aux corps animés, les commotions violentes qu'ils éprouvent en certaines circonstances, etc. D'où il suit qu'on peut distribuer en deux classes tous les phénomènes de l'*Electricité*. Dans l'une, on renferme tous ces mouvemens, tant alternatifs que simultanées, auxquels on a donné les noms d'attraction et de répulsion, et généralement tout ce qui s'opère par une cause qui demeure invisible. L'autre comprend tous les faits qui sont accompagnés de lumière, de pétillemens, de piquûres, d'inflammations, de commotions, etc. Car, quoique quelques-uns de ces faits ne paroissent, au premier coup-d'œil, avoir aucune analogie avec les autres, on verra par la suite qu'ils se rapprochent, et ne sont le plus souvent que des extensions les uns des autres, ou les suites nécessaires d'une cause commune, mais variée par quelques circonstances.

Avant de faire usage des *effluences et affluences simultanées*, il est à propos d'énoncer les faits connus, desquels on les a déduites, afin que ce principe étant bien établi, on puisse partir de là, comme d'un principe sûr pour l'explication des phénomènes électriques.

Nous ne connoissons point de corps dans la Nature, si l'on en excepte les esprits ardens, les huiles et autres substances de cette espèce, qui ne peuvent être frottés, faute de consistance; nous n'en connoissons point, dis-je, qui ne puissent s'électriser, soit par *frottement*, soit par *communication*. (*Voyez* ELECTRISATION). Plusieurs même s'électrisent plus ou moins fortement des deux façons : de sorte que de tous les corps qui ont assez de consistance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amollissent point trop par le frottement, il en est peu qui ne s'électrisent, quand on les frotte; car, si l'on en excepte les corps animés et les métaux parfaits ou imparfaits, tous les autres, après avoir été frottés, donnent des signes d'*Electricité;* mas ils ne sont pas tous capables d'en acquérir un égal degré, les uns devenant fortement électriques, tandis que les autres par un frottement égal, ne le deviennent que foiblement. En général, ceux-là le deviennent plus fortement,

dont les parties ont le plus de roideur et d'élasticité. Les plus électriques de toutes les matières, après avoir été frottées, sont donc celles qui ont été vitrifiées; ensuite le soufre, la cire d'Espagne, les résines, les gommes, certains bitumes, etc.

Il paroît de même qu'il y a fort peu de matières, en quelque état qu'elles soient, qui ne reçoivent l'*Electricité*, en les approchant de fort près, ou en leur faisant toucher légèrement un autre corps actuellement électrique; mais il y a des espèces auxquelles on communique par cette voie l'*Electricité* bien plus aisément et bien plus fortement qu'à d'autres. Tels sont les corps animés, les métaux, l'eau, les matières humides, et assez généralement toutes celles qu'on ne peut électriser par frottement, ou qui ne deviennent électriques que peu et difficilement par cette voie. Au contraire, les corps qui s'électrisent le mieux par frottement, et qu'on appelle *Matières électriques par elles-mêmes*, ou *naturellement électriques*, comme le verre, le soufre, la cire d'Espagne, les gommes, les résines, etc. ne reçoivent que peu ou point d'*Electricité* par communication.

Quoique l'*Electricité* que l'on excite par le frottement, et celle qui est acquise par communication, paroissent différentes par la manière dont on les fait naître, leurs effets sont cependant les mêmes au fond : car si l'on suspend une verge de fer avec des cordons de soie au-dessus et assez près d'un globe de verre que l'on frotte, le premier de ces corps devient électrique par communication, et le dernier l'est par frottement; cependant l'un et l'autre attirent des corps semblables, comme de petites feuilles de métal, des plumes, du son, etc. à des distances à-peu-près égales : l'un et l'autre étincèlent et pétillent, quand on en approche le doigt ou tout autre corps non électrisé, mais capable de s'électriser par communication. A la vérité, le feu, qui sort du fer électrisé, est plus vif et éclate davantage que celui qui vient du verre frotté; d'où l'on peut conclure que la voie de communication est un moyen plus efficace que le frottement pour forcer les effets de l'*Electricité*.

Un corps actuellement électrique, par quelque voie qu'il

qu'il le soit devenu, exerce son action sur toutes sortes de matières indistinctement; il les attire et les repousse, pourvu qu'elles ne soient pas retenues, soit par trop de poids, soit par quelque autre obstacle; mais il y a certaines matières sur lesquelles l'*Electricité* a plus de prise que sur d'autres : et cette disposition, plus ou moins grande à être attiré et repoussé par un corps électrique, dépend bien moins de la nature des matières ou de leurs couleurs, que d'un assemblage plus ou moins serré de leurs parties; car le même ruban, par exemple, s'il est seulement mouillé, ciré ou gommé, devient par cela même plus propre à obéir à l'action du corps électrique que s'il n'eût pas été ainsi préparé. En général, les matières dont le tissu est plus serré, celles qui sont les plus denses, sont plus vivement attirées et repoussées par un corps électrique, que celles qui ont moins de densité, et dont le tissu est plus lâche et plus poreux.

L'*Electricité* n'est point un état permanent; elle s'affoiblit, et cesse d'elle-même, après un certain temps, qui peut être assez considérable, suivant le degré de force qu'on lui a fait prendre, et la nature des matières dans lesquelles on l'a fait naître. Communément un corps électrisé par communication perd toute sa vertu par l'attouchement de ceux qui ne le sont pas; mais, dans le cas d'une forte *Electricité*, ces attouchemens ne font que diminuer la vertu du corps électrisé, et ne la lui font perdre entièrement qu'après un espace de temps qui peut être assez considérable. Voici une expérience bien capable de le prouver. Qu'on fasse fondre du soufre, de la résine, ou de la cire d'Espagne; qu'on en remplisse un verre à boire un peu chauffé et légèrement enduit d'huile intérieurement : quand cette espèce de cône sera froid et détaché de son moule, qu'on le frotte avec la main pour l'électriser; qu'on le couvre ensuite du même verre dans lequel il a été moulé, et qu'on le pose dans un endroit où personne ne le touche; si on le visite au bout de cinq ou six mois, il donnera encore des signes d'*Electricité*. L'abbé *Nollet* ayant fait cette expérience, a eu plusieurs fois de ces signes au bout de huit ou neuf mois.

Les attractions, les répulsions et autres phénomènes électriques sont les effets d'un fluide subtil, qui se meut autour du corps que l'on a électrisé, et qui étend son action à une distance plus ou moins grande, selon le degré de force qu'on lui a fait prendre; car si l'on approche le visage ou le revers de la main à une petite distance d'un corps électrisé, on sent des attouchemens assez semblables à ceux du coton légèrement cardé, ou d'une toile d'araignée qu'on rencontreroit flottante en l'air : il part de l'extrémité d'une barre de fer qu'on électrise fortement, un souffle qui fait onduler les liqueurs qu'on y présente, et qu'on ressent très-sensiblement à douze ou quinze pouces (3 ou 4 décimètres) de distance. On entend pétiller, et l'on voit étinceler de toutes parts un corps fortement électrisé, quand on en approche de fort près le doigt ou tout autre corps non-électrique; et ces étincelles sont sensibles jusqu'à la douleur. En portant le nez vers l'extrémité d'une barre de métal qu'on électrise, par le moyen d'un globe de verre, on sent une odeur qui tient de celle du phosphore d'urine, et un peu de celle de l'ail. Enfin, à l'extrémité de cette même barre, on apperçoit souvent une belle aigrette lumineuse, qu'on ne manque pas de rendre plus grande et plus durable, en y présentant la paume de la main. Or une substance qui touche, que l'on entend agir, qui cause de la douleur, qui se rend visible en certains cas, et qui a de l'odeur, ne peut être autre chose qu'une matière en mouvement.

Cette matière en mouvement, et qu'on doit regarder comme la *matière électrique*, n'est point l'air de l'atmosphère agité par le corps électrique; mais c'est un fluide distingué de lui et beaucoup plus subtil. Car, 1°. les phénomènes électriques ont lieu dans le vide comme dans le plein. 2°. Ce fluide a des propriétés essentiellement différentes de celles de l'air : il a une odeur très-remarquable; l'air par lui-même n'en a point : il s'enflamme, éclaire et brûle, comme on le verra par la suite; l'air n'est point capable de ces effets : il passe à travers les vaisseaux de verre et autres matières compactes que l'air ne pénètre pas. 3°. La matière élec-

trique transmet son action et son mouvement avec une rapidité et une vîtesse à laquelle n'est pas comparable celle même du son, qui est cependant le mouvement le plus vif que l'air puisse recevoir.

La matière électrique, qui forme une espèce d'atmosphère autour du corps électrisé, ne se meut point, comme on le pourroit croire, en forme de tourbillon, c'est-à-dire, que son mouvement n'est point celui d'un fluide dont les parties décrivent des cercles autour d'un centre commun, ou bien des spires par lesquelles elles s'éloignent ou s'approchent du corps autour duquel elles font leurs révolutions. Ce mouvement en est plutôt un en ligne droite; car tous les corps légers que l'on présente au corps électrisé, s'approchent ou s'éloignent de ce corps, en affectant presque toujours une pareille direction. S'il s'en trouve quelques-uns qui souffrent quelques déviations, elles sont toujours irrégulières, tantôt à droite, tantôt à gauche, et n'annoncent point du tout l'impulsion d'un fluide qui circule. Il y a cependant certains cas où ces mouvemens font voir une courbe, qu'il est aisé de prendre pour une parabole ou une portion d'ellipse; mais, pour peu qu'on y fasse attention, on verra que cet effet vient de circonstances tout-à-fait étrangères à l'*Electricité;* qu'il est causé, par exemple, par la pesanteur du corps attiré, combinée d'une certaine façon avec l'effort du fluide électrique, et que l'*Electricité*, lorsqu'elle agit seule, tend à porter les corps en lignes droites, soit quand ils paroissent attirés, soit quand ils sont repoussés. Voici une jolie expérience de *Le Cat*, chirurgien-major de l'Hôtel-Dieu de Rouen, et correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, qui prouve bien directement ce que j'avance. Que l'on présente une feuille d'or, qui ait environ un pouce et demi (4 centimètres) en quarré, sous une barre de fer suspendue horizontalement, et que l'on continue d'électriser médiocrement, et qu'on la présente par son tranchant, en la tenant sur une feuille de carton ou de fer-blanc, on la verra aller et venir entre cette feuille et la barre de fer; et avec un peu d'attention et d'habitude, on parviendra à la faire demeurer suspendue quelques pouces (centimètres) au-dessous de la barre

de fer : alors elle n'aura d'autre mouvement que de se promener, comme en sautant, tout le long de la barre électrisée; ce qui n'arriveroit sûrement pas, si le fluide électrique avoit un mouvement en forme de tourbillon, ou qu'il ne se mût pas en ligne droite.

La matière électrique s'élance du corps électrisé, et se porte progressivement aux environs jusqu'à une certaine distance. La preuve de cela, c'est que cette matière emporte les corps légers qui sont à la surface du corps électrisé, et les soutiennent quelquefois en l'air à dix-huit pouces ou deux pieds (5 ou 6 décimètres) de distance au-dessus du corps électrisé, malgré leur poids qui s'y oppose.

Tandis que la matière électrique s'élance ainsi du corps qu'on électrise, une pareille matière, partant des corps qui sont dans le voisinage, et même de l'air environnant, vient à ce corps actuellement électrisé remplacer celle qui en sort; car un corps ne s'épuise pas, quelque long-temps qu'on l'électrise; ce qui ne manqueroit cependant pas d'arriver à la fin, si rien ne réparoit les émanations qu'il fournit. Les corpuscules ou les parties des corps qui sont portés vers le corps électrisé, ou qui demeurent appliqués à sa surface, tandis que les autres en sont enlevés, sont des preuves sensibles de l'existence de cette dernière matière, et de la direction de son effort.

Ces deux courans de matière, qui vont en sens contraires, exercent leurs mouvemens en même temps, puisque le même corps électrisé repousse des corpuscules, et semble en attirer d'autres tout-à-la-fois, et cela par le même côté de sa surface. Lorsque l'*Electricité* est foible, ces deux courans de matière, connus sous le nom d'*Effluences et Affluences simultanées*, demeurent invisibles, sans doute parce qu'ils n'ont ni assez de densité, ni assez de vîtesse pour s'enflammer; mais lorsque l'*Electricité* est plus forte, ils deviennent visibles, parce qu'ayant alors beaucoup de densité et une grande vîtesse, ils s'enflamment par le choc de leurs propres rayons.

Il paroît que les pores par lesquels la matière électrique s'élance du corps électrisé, ne sont pas en aussi

grand nombre que ceux par lesquels y rentre cette même matière provenant des corps voisins et de l'air environnant; car, de tous les corpuscules qui sont répandus sur la surface d'un corps qu'on électrise, il n'y a guère que les plus grossiers qui soient repoussés, tandis que les autres sont comme adhérens à cette surface : et ces parties restantes occupent sur cette surface un beaucoup plus grand espace que n'en occupoient celles qui ont été enlevées : d'où il est aisé de conclure que les filets de ce fluide invisible, qui tendent au corps électrisé, surpassent de beaucoup en nombre ceux qui émanent de ce même corps. Cela n'empêche cependant pas qu'il ne puisse se faire un juste remplacement des émanations électriques, quoique les pores de ce corps électrisé ne soient point ouverts en nombre égal pour la matière qui rentre et pour celle qui sort. Car un vaisseau qui se vide par une seule ouverture, peut se remplir en même temps par plusieurs autres, plus petites ou même égales, pourvu que l'écoulement et le remplissage se fassent avec des vitesses proportionnées.

La matière électrique sort du corps électrisé en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent beaucoup entr'eux. Ses écoulemens prennent toujours cette forme, soit que cette matière demeure invisible, soit qu'elle soit rendue visible par son inflammation. Car si on électrise une barre de fer, dans un lieu obscur, avec un globe de verre, on appercevra, à l'extrémité de cette barre la plus éloignée du globe, une ou plusieurs aigrettes de matière enflammée, dont les rayons partant d'un point, affectent toujours une très-grande divergence entr'eux. Si l'on répand plusieurs grosses gouttes d'eau sur cette barre, que je suppose suspendue horizontalement, en présentant le plat de la main à ces gouttes d'eau, on en verra sortir autant d'aigrettes lumineuses semblables à celles dont nous venons de parler. Si au lieu de gouttes d'eau, on met sur la barre de fer plusieurs petits tas de quelque poussière, ou de son de farine, dans l'instant que la barre deviendra électrique, la poussière sera chassée; mais chacun des tas prendra, en s'envolant, la forme d'une gerbe, et représentera en grand l'aigrette de matière

électrique, dont il suit l'impulsion. On peut faire plusieurs autres expériences qui prouvent également que cette matière, en sortant du corps électrisé pour passer dans l'air, affecte toujours la forme d'aigrettes, soit qu'elle demeure invisible, soit qu'elle se rende visible en devenant lumineuse. Nous ne voulons pourtant pas assurer que dans le grand nombre des pores, par lesquels la matière électrique sort du corps électrisé, il n'y en ait pas quelques-uns qui ne fournissent que des jets simples, ou du moins qui ne se divisent qu'en un très-petit nombre de filets ou rayons; mais le plus grand nombre de ces pores fournira toujours des bouquets épanouis.

La matière électrique, qui porte ses impressions à plusieurs pieds de distance du corps électrisé, et qui demeure invisible, est la même que celle qui paroît en forme d'aigrettes lumineuses à la surface ou aux angles de ce même corps, ou, pour mieux dire, elle n'est autre chose qu'une prolongation de ces rayons enflammés : de sorte que toute matière électrique, dont le mouvement n'est point accompagné de lumière, ne diffère de celle qui éclaire ou qui brûle, que par un moindre degré d'activité. Une preuve de cela est que si l'on présente le visage ou le revers de la main à l'extrémité d'une barre de fer fortement électrisée, on ressent les mêmes impressions, soit que l'aigrette paroisse, soit qu'elle ne paroisse pas. Toute la différence qu'il y a, c'est que ces impressions sont plus fortes dès que l'aigrette vient à briller : ce qui prouve bien clairement que cette lumière qu'on apperçoit, vient seulement d'une plus grande activité dans la même matière. Voici encore une expérience qui prouve bien que cette matière qui agit au loin, n'est autre chose qu'une prolongation des rayons enflammés de l'aigrette. Qu'une personne vêtue d'une étoffe tissue d'or ou d'argent, se présente à environ deux pieds (65 centimètres) de distance vis-à-vis de l'aigrette qui paroît à l'extrémité d'une barre de fer fortement électrisée; on remarquera sur cette étoffe plusieurs taches de feu. Je dis que ces taches sont les extrémités des rayons prolongés de l'aigrette, qui deviennent lumineuses par la ren-

contre d'un corps vivant, couvert d'un tissu métallique. Car si cette personne s'approche à plusieurs fois et de plus en plus de l'aigrette, on voit que ces taches se rapprochent aussi les unes des autres; ce qui doit effectivement arriver, si elles sont causées par des rayons divergens.

La matière électrique, tant celle qui émane des corps électrisés, que celle qui vient à eux des corps environnans, est assez subtile pour passer à travers des corps les plus durs et les plus compactes, et elle les pénètre réellement. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner attentivement les aigrettes lumineuses qui s'élancent d'une grosse barre de fer fortement électrisée; on verra que la matière qui les forme, a une direction bien marquée du dedans au-dèhors de la barre; en un mot, que cette matière enflammée s'élance réellement du corps électrisé dans l'air. Si l'on présente la main ou le visage à ces émanations, on sent un souffle, qui ne peut être que l'impulsion de cette matière. Si l'on y présente un petit vase plein de liqueur, comme par exemple, d'esprit-de-vin (qui est préférable à l'eau; parce que la matière électrique le pénétrant plus difficilement, exerce sur lui une plus forte impulsion), on remarquera que les aigrettes en feront onduler la surface, de manière à faire juger qu'elles sont vraiment dirigées du fer électrisé dans l'air. Si l'on observe l'autre extrémité de la barre de fer, savoir, celle qui est la plus proche du globe de verre, par le moyen duquel on l'électrise, on y remarquera quelques franges de matière enflammée qui coulent de la barre vers le globe : ces franges augmenteront et de rayons et de vivacité, si quelqu'un approche ou sa main ou son corps des autres parties de la barre; parce qu'alors la matière électrique, qui vient du corps animé, se joint à celle qui vient de l'air à la barre électrique, et procure, par cette addition, un écoulement plus fort et plus abondant. Il faut donc pour cela qu'elle pénètre le fer suivant sa longueur. Que l'on prenne un vase de verre de cinq à six pouces (14 à 16 centimètres) d'ouverture, et autant de profondeur, qui soit bien sec et bien net tant au-dedans

qu'au-dehors; qu'on mette au fond de ce vase un support de bois ou de carton lisse, couvert de fragmens de feuilles de métal; que l'on couvre ensuite ce vasé successivement avec un carton, avec une petite planche mince, avec une plaque de métal, avec un morceau de glace de miroir, avec un morceau de vitre garni d'un bord de cire, d'abord sans eau, et ensuite couvert d'une couche d'eau de quelques lignes d'épaisseur: tout étant ainsi préparé, que l'on porte ce vase sous l'extrémité d'une barre de fer suspendue horizontalement, ou sous la main d'un homme isolé et que l'on électrise avec le globe de verre; on verra alors les fragmens de feuilles de métal s'élever au couvercle et retomber ensuite à plusieurs reprises, en un mot, être attirées et repoussées à-peu-près comme elles le seroient si on les préseutoit sous la barre électrisée, sans l'interposition d'aucunes matières. On auroit tort de dire que ces attractions et répulsions sont produites en conséquence d'une *Electricité* communiquée par la barre aux différens couvercles, et non pas en vertu d'une *Electricité* qui les traverse : car ces mouvemens alternatifs des fragmens de feuilles de métal ont coutume de cesser dès qu'on retire le vase de dessous la barre; ce qui ne devroit pas arriver, si le couvercle avoit reçu de la barre une *Electricité* suffisante pour causer ces attractions et répulsions. Que l'on électrise encore un globe de verre, dans lequel on aura fait entrer un peu de cette poussière de bois qu'on met sur l'écriture; qu'on arrête ensuite ce globe, et qu'on présente le bout du doigt par dessous : on verra tous ces petits corps légers s'élancer de bas en haut; ce qui ne peut venir que de l'impulsion de la matière électrique, qui, sortant du doigt en la présence d'un corps électrisé, les enlève avec elle : mais, pour les enlever ainsi, il faut qu'elle pénètre l'épaisseur du globe. Nous pourrions rapporter plusieurs autres expériences qui prouvent aussi clairement cette pénétration : mais celles-ci nous paroissent suffisantes.

La matière électrique, qui, comme nous venons de le voir, est capable de passer à travers les corps les plus durs et les plus compactes, ne les pénètre cepen-

dant pas tous indistinctement avec la même facilité : car il y en a où elle entre et dans lesquels elle coule très-aisément, et d'où elle sort de même, tandis que d'autres ne la reçoivent et ne la transmettent que peu ou point du tout, à moins qu'ils n'aient été récemment chauffés ou frottés. De ce dernier genre sont toutes les matières sulfureuses, grasses ou résineuses, les gommes, la cire, la soie, etc. Au contraire, la matière électrique pénètre très-aisément, et se meut avec une grande liberté dans les métaux, dans les corps animés, dans une corde de chanvre, dans l'eau, etc. et plus aisément même dans tous ces corps que dans l'air même de notre athmosphère. Il est aisé de prouver ceci : qu'on prenne un vase de verre pareil à celui dont nous avons parlé ci-dessus, et dans lequel on aura mis des fragmens de feuilles de métal sur un support de bois ou de carton lisse; qu'on le couvre d'une plaque de trois ou quatre lignes (7 ou 8 millimètres) d'épaisseur, de résine, de soufre, de cire d'Espagne, de cire blanche dont on fait la bougie, et généralement de toute matière grasse ou résineuse; qu'on présente ensuite au-dessus de ce vase un tube nouvellement frotté, à peine pourra-t-on imprimer quelque léger mouvement d'attraction ou de répulsion aux fragmens de feuilles qu'on a mis au fond du vase; au lieu qu'ils seroient vivement agités, si le vase étoit couvert de bois, de carton, de métal, etc. comme on l'a vu ci-dessus. Qu'on tente d'électriser, avec un globe de verre, un bâton de soufre ou de cire d'Espagne, un tube de verre plein d'air, un cordon de soie, le tout convenablement isolé, on n'appercevra presque aucuns signes d'électricité dans tous ces corps : on ne verra point communément sortir de leurs extrémités ces belles aigrettes lumineuses qu'on voit couler du métal; ou ne sentira point autour de ces corps ces écoulemens qui touchent la peau comme un souffle léger ou des toiles d'araignées; en en approchant le doigt, on n'excitera point ces étincelles vives et brillantes qu'on voit naître en pareil cas à la surface d'une barre de fer électrisée : au contraire, on appercevra tous ces signes, si l'on électrise une corde de chanvre, une suite d'hommes isolés, un fil de fer, une chaine de même métal, quel-

que longueur qu'on leur donne : on auroit encore les mêmes effets si l'on communiquoit l'*Electricité* à un tube de verre, qui, au lieu d'être plein d'air, seroit rempli d'eau ou de limaille de fer : un pareil tube étincelle de toutes parts quand on en approche la main; et l'on apperçoit des franges ou des petites gerbes de matière enflammée aux extrémités, surtout s'il est bouché de part et d'autre avec un morceau de liège, au travers duquel on ait fait passer un fil de métal de deux ou trois pouces (6 ou 8 centimètres) de longueur : de plus la corde de chanvre, qui s'électrise toujours, quoique sèche, deviendra beaucoup plus électrique, si on la mouille : et le cordon de soie, qui ne s'électrise point du tout dans son état naturel, devient un peu électrique moyennant cette préparation. On peut encore observer que les écoulemens électriques, qui partent d'un tube ou d'un globe de verre électrisé, et qui ne s'étendent dans l'air qu'à quelques pieds de distance, se prolongent prodigieusement quand on leur donne lieu d'enfiler une barre de fer, une corde de chanvre, une suite d'hommes, une masse d'eau, etc. La matière électrique passe donc au travers certains corps avec une grande facilité, tandis qu'elle en pénètre d'autres beaucoup plus difficilement.

La matière électrique est généralement répandue partout : elle est au-dedans comme au-dehors des corps, et dans l'air même de notre atmosphère. Car il n'y a guère de corps qui ne puisse devenir électrique ou par frottement ou par communication; quelques-uns même le peuvent devenir de deux façons : or un corps n'est actuellement électrique que quand il en sort des émanations que nous avons nommées *Matière effluente*, et que ces émanations sont continuellement remplacées par un autre courant de matière que nous avons appelée *Affluente*. Ces deux matières, *Effluente* et *Affluente*, sont tout-à-fait semblables, et ne diffèrent entr'elles que par la direction de leur mouvement; puisqu'elles ont prise sur les mêmes corps, qu'elles pénètrent les mêmes milieux, qu'elles sont susceptibles des mêmes obstacles, qu'elles brillent de la même lumière, lorsqu'elles s'enflamment. De plus un

corps quelconque, propre à s'électriser, devient électrique et continue de l'être pendant un certain temps, non-seulement lorsqu'il a auprès de lui des corps solides qui lui fournissent, comme l'on sait, une matière affluente, mais aussi lorsqu'il est isolé en plein air. C'est donc alors de l'air qu'il reçoit la matière affluente. Donc la matière électrique pénètre intimement tous les corps, et est répandue même dans l'air de notre atmosphère.

Il est très-probable que la matière électrique est la même que celle du feu et de la lumière. C'est une opinion presque universellement reçue, que la matière du feu et celle de la lumière ne sont qu'une seule et même matière différemment modifiée : et une des plus fortes raisons qui portent à le croire, c'est que le feu éclaire presque toujours, et qu'il y a bien des cas où la lumière brûle. Or il est très-vraisemblable que la nature, qui est si économe dans la production des êtres, tandis qu'elle multiplie si libéralement leurs propriétés, n'a pas établi deux causes pour deux effets auxquels il paroît qu'une des deux peut suffire. On peut faire l'application de cette raison à la matière électrique. Cette matière, tant affluente qu'effluente, embrase les liqueurs spiritueuses et fond les métaux ; fonctions qui appartiennent au feu : elle se montre sous la forme d'aigrettes lumineuses et d'étincelles brillantes ; fonction qui appartient à la lumière. Elle a encore plusieurs autres propriétés communes avec la matière qui embrase les corps et celle qui nous fait voir les objets. 1°. Le feu n'agit point de lui-même et sans être excité ; il faut toujours, pour que les corps, même les plus inflammables, puissent s'embraser, il faut, dis-je, que quelque cause particulière développe ou excite le principe d'inflammation qui est en eux. Or de tous les moyens propres à animer ce principe, il n'y en a point de plus efficace et de plus prompt que celui-là même qui fait naître primitivement l'*Electricité* : les corps deviennent électriques de la même manière qu'on les rend chauds : en les frottant, on fait l'un et l'autre. Les corps peuvent aussi être électrisés par communication, de même qu'un

corps peut être embrasé par un autre qui l'est déjà : mais il faut ordinairement que celui de qui ils tiennent leur vertu, ait été frotté. 2°. La chaleur qu'excite le frottement dans un corps, naît pour l'ordinaire d'autant plus vîte, et devient d'autant plus grande, que les parties de ce corps sont plus élastiques. Il en est de même à l'égard des corps capables de devenir électriques par frottement : ils acquièrent cette vertu d'autant plus vîte et dans un degré d'autant plus éminent, que leurs parties ont plus de roideur et d'élasticité. Le verre, toutes choses d'ailleurs égales, devient par le frottement plus électrique que le soufre et l'ambre : ces deux dernières matières le deviennent plus que la cire d'Espagne ; et la cire d'Espagne le devient plus que la cire blanche de bougie, qui ne le devient même que fort peu pendant le grand froid, et point du tout, quand on la frotte dans un tems ou dans un lieu chaud ; parce qu'alors ses parties s'amollissent et perdent le peu de ressort qu'elles avoient. 3°. L'action du feu s'étend davantage, et avec plus de facilité, dans les métaux, que dans toute autre espèce de corps solide. Car si l'on tient par un bout une verge de métal de médiocre longueur, et que l'autre extrémité touche au feu, la chaleur se communique bientôt jusqu'à la main, au point qu'on est en danger de se brûler : on ne court pas le même risque avec un bâton, un tube de verre, une pierre ou toute autre matière non-métallique. La vertu électrique, comme la chaleur, s'étend très-loin et plus facilement dans les métaux, que dans plusieurs autres espèces de corps ; car si l'on électrise, avec le même globe de verre, une barre de fer, et en même tems tel autre corps que ce soit, tant du règne végétal que du règne minéral, mais qui ne soit point métallique, jamais on ne trouvera autant d'*Electricité* dans ce dernier que dans l'autre. 4°. Le feu élémentaire produit des effets d'autant plus violens, que les corps qu'il attaque, lui opposent plus de résistance : au lieu que le feu qui ne rencontre pas d'obstacle, qui est libre de toute matière étrangère, cède au premier degré de mouvement qu'on lui imprime, se dissipe sans chaleur sensible, et ne produit tout au plus que de la lu-

mière. Il en est de même de la matière électrique; car si l'on électrise extérieurement, soit en frottant, soit par communication, un globe ou un tube de verre, qui soit vide d'air, on n'apperçoit au-dedans qu'une lumière diffuse, qui ressemble assez à celle des éclairs, que la grande chaleur fait naître par un temps serein. Cette *Electricité* intérieure ne se manifeste point, comme cela arrive dans les autres cas, par des pétillemens, des petits éclats, des étincelles; sans doute parce que le vaisseau, purgé d'air, ne contient plus qu'un feu élémentaire, dégagé de toute substance étrangère : ce fluide, au premier degré de mouvement qu'on lui imprime, s'enflamme sans effort, mais aussi sans autre effet que celui de luire dans l'obscurité. 5°. La matière du feu, faisant fonction de lumière, se meut pour l'ordinaire plus librement dans un corps dense que dans un milieu plus rare; c'est au moins la conséquence qu'on a cru devoir tirer des loix qu'on lui voit suivre dans sa réfraction. La matière électrique paroît affecter aussi de se mouvoir le plus long-temps et le plus loin qu'il est possible dans le corps solide qu'on électrise; comme si l'air environnant étoit pour elle un milieu moins perméable. 6°. L'action de la lumière se transmet en un instant très-court à de grandes distances, soit qu'elle vienne directement de sa source, soit qu'on la réfléchisse ou qu'on la réfracte. L'action de l'*Electricité* parcourt aussi en un clin-d'œil un espace très-considérable, pourvu qu'elle trouve des milieux propres à la transmettre. L'expérience la plus propre à le prouver, est celle qu'on a nommée *Expérience de Leyde*. (*Voyez* EXPÉRIENCE DE LEYDE. (Tout le monde sait que tous ceux qui participent à cette expérience, ressentent en même temps la commotion, qui en est l'effet ordinaire. L'*Abbé Nollet* l'a faite avec deux cents hommes, qui formoient deux rangs, dont chacun avoit plus de cent cinquante pas de longueur; et a eu un succès complet : il y a toute apparence qu'on réussiroit de même avec deux mille hommes, et même davantage. 7°. L'*Electricité*, de même que le feu, n'a jamais plus de force et d'activité que pendant le grand froid, lorsque l'air est sec et dense : au contraire,

pendant les grandes chaleurs, ou lorsque l'air est humide, il est rare que ces sortes d'expériences réussissent bien. Il est cependant vrai que l'humidité n'est point nuisible dans les corps auxquels on veut communiquer l'*Electricité;* mais elle est fort à craindre pour ceux qu'on veut électriser par frottement. On remarque la même chose dans le feu; car l'embrasement de même que l'*Electricité*, ne nait point dans les matières qui sont fort humides; mais s'il est excité d'ailleurs, la chaleur, qui en est l'effet, s'y communique aisément.

De toutes ces analogies, on peut conclure, avec la plus grande vraisemblance, que la matière électrique est la même que celle du feu et de la lumière : il faut cependant avouer qu'elle n'est pas purement et simplement l'élément du feu, dépouillé de toute autre substance : l'odeur de phosphore et d'ail qu'elle fait sentir, et les couleurs violettes ou purpurines sous lesquelles elle paroit souvent, lorsqu'elle s'enflamme, prouvent le contraire. Il paroit donc très-probable que la matière électrique, la même au fond que celle du feu élémentaire ou de la lumière, est unie à certaines parties du corps électrisant, ou du corps électrisé, ou du milieu par lequel elle a passé.

D'après les faits que nous venons d'énoncer, et qui sont tous solidement établis par l'expérience, nous allons former une suite de propositions fondamentales, qui ne sont autre chose que ce qu'on peut légitimement conclure de ces faits, et moyennant lesquelles on peut expliquer d'une manière plausible tous les phénomènes de l'*Electricité*. Voici ces propositions au nombre de trente-trois.

Propositions fondamentales tirées de l'Expérience.

1. *De tous les corps qui ont assez de consistance pour être frottés, ou dont les parties ne s'amollissent point trop par le frottement, il en est peu qui ne s'électrisent quand on les frotte.*

2. *Les corps vivans, les métaux parfaits ou imparfaits ne deviennent point électriques par frottement.*

3. *Tous les corps qu'on peut électriser en frottant, ne sont pas capables d'acquérir un égal degré d'Electricité par cette opération.*

4. *Les matières les plus électriques, après avoir été frottées, sont celles qui ont été vitrifiées; et ensuite le soufre, les gommes, certains bitumes, les résines, etc.*

5. *Il paroit qu'il y a fort peu de matières, en quelque état qu'elles soient, qui ne reçoivent l'électricité d'un autre corps actuellement électrique.*

6. *Il y a des espèces auxquelles on communique l'Electricité bien plus aisément et bien plus fortement qu'à d'autres; tels sont les corps vivans, les métaux, et assez généralement toutes les matières qu'on ne peut électriser par frottement, ou qui ne le deviennent que peu et difficilement par cette voie.*

7. *Et au contraire les corps qui s'électrisent le mieux par frottement, le verre, le soufre, les gommes, les résines, la soie, etc., ne reçoivent que peu ou point d'Electricité par communication.*

8. *Les effets paroissent être les mêmes au fond; soit que l'Electricité naisse par frottement, soit qu'elle s'acquière par communication.*

9. *La voie de communication est un moyen plus efficace que le frottement, pour forcer les effets de l'Electricité.*

10. *Un corps actuellement électrique, attire et repousse toutes sortes de matières indistinctement, pourvu qu'elles ne soient pas retenues invinciblement par trop de poids, ou par quelque autre obstacle.*

11. *Il y a certaines matières sur lesquelles l'Electricité a plus de prise que sur d'autres.*

12. *Cette disposition plus ou moins grande, à être attiré ou repoussé par un corps électrique, dépend moins de la nature des matières, de leur couleur, etc., que d'un assemblage plus ou moins serré de leurs parties.*

13. *L'Electricité n'est point un état permanent; elle s'affoiblit, et elle cesse d'elle-même après un certain temps, suivant le degré de force qu'on lui fait prendre*

et la nature des matieres dans lesquelles on la fait naître.

14. *Un corps électrisé par communication perd communément toute sa vertu, par l'attouchement de ceux qui ne le sont pas.*

15. *Dans le cas d'une forte Electricité, les attouchemens ne font que diminuer la vertu du corps électrisé; et ne la lui font perdre entièrement qu'après un espace de temps, qui peut être assez considérable.*

16. *Il est de toute évidence que les attractions, répulsions, et autres phénomènes électriques sont les effets d'un fluide subtil, qui se meut autour du corps que l'on a électrisé, et qui étend son action à une distance plus ou moins grande, selon le degré de force qu'on lui a fait prendre.*

17. *Ce fluide subtil n'est point l'air de l'athmosphère agité par le corps électrique, mais une matière distinguée de lui, et plus subtile que lui.*

18. *La matière électrique ne circule point autour du corps électrisé, et l'athmosphère qu'elle forme, n'est point un tourbillon proprement dit.*

19. *La matière que nous nommons électrique, s'élance du corps électrisé, et se porte progressivement aux environs jusqu'à une certaine distance.*

20. *Tant que dure cette émanation, une pareille matière vient de toutes parts au corps électrique, remplacer celle qui en sort.*

21. *Ces deux courans de matière, qui vont en sens contraires, exercent leurs mouvemens en même temps.*

22. *La matière qui va au corps électrique, lui vient non-seulement de l'air qui l'entoure, mais aussi de tous les autres corps qui peuvent être dans son voisinage.*

23. *Les pores par lesquels la matière électrique s'élance du corps électrisé, ne sont pas en aussi grand nombre que ceux par lesquels elle y rentre.*

24. *La matière électrique sort du corps électrisé en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons divergent beaucoup entre eux.*

25. *Elle s'élance de la même manière, et avec la même forme, des endroits où elle demeure invisible.*

26. *Cette matière invisible, qui agit beaucoup au-delà des*

des aigrettes lumineuses, n'est autre chose qu'une prolongation de ces rayons enflammés; et toute matière électrique dont le mouvement n'est point accompagné de lumière, ne diffère de celle qui éclaire ou qui brûle, que par un moindre degré d'activité.

27. *La matière électrique, tant celle qui émane des corps électrisés que celle qui vient à eux des corps environnans, est assez subtile pour passer à travers des matières les plus dures et les plus compactes; et elle les pénètre réellement.*

28. *Mais elle ne pénètre pas tous les corps indistinctement avec la même facilité.*

29. *Les matières sulfureuses, grasses ou résineuses, par exemple, les gommes, la cire, la soie même, etc., ne la reçoivent et ne la transmettent que peu ou point du tout, si elles ne sont frottées ou chauffées.*

30. *Elle pénètre plus aisément, et se meut avec plus de liberté dans les métaux, dans les corps animés, dans une corde de chanvre, dans l'eau, etc., que dans l'air même de notre athmosphère.*

31. *La matière électrique est répandue partout, au-dedans comme au-dehors des corps, tant solides que liquides, et même dans l'air de notre athmosphère.*

32. *Il y a toute apparence que la matière qui fait l'Electricité, ou qui en opère les phénomènes, est la même que celle du feu et de la lumière.*

33. *Il est très-probable aussi que cette matière, la même au fond que le feu élémentaire, est unie à certaines parties du corps électrisant, ou du corps électrisé, ou du milieu par lequel elle a passé.*

Il n'y a presque point de phénomène électrique, au moins de ceux qui sont connus jusqu'à présent, qu'on ne puisse expliquer d'une manière très-plausible, au moyen des principes contenus dans ces trente-trois propositions. Celui de tous, par exemple, qui est le plus anciennement connu, et en même temps le plus important, savoir, celui des attractions, et répulsions simultanées, opérées, non-seulement par le même corps électrisé, mais même par une seule et même surface de ce corps, peut être expliqué d'une manière satisfaisante par le système de *l'abbé Nollet*, dont le précis est contenu dans

ces propositions, et ne le peut être au contraire par aucun des autres systèmes établis jusqu'à présent. Si l'on demande donc pourquoi un corps actuellement électrisé, soit par frottement, soit par communication, attire et repousse par une même surface et en même temps, les corps légers qu'on lui présente, et qui sont libres d'obéir à son action : voici la raison qu'on en donne. *Un corps actuellement électrisé, lance de toutes parts une matière fluide* (19), *qui sort en forme de bouquets ou d'aigrettes, dont les rayons sont divergens entr'eux* (24), *et qui se porte progressivement aux environs, jusqu'à une certaine distance* (19). Cette matière qu'on nomme *effluente*, *est en même temps remplacée par une matière semblable, qui vient de toutes parts, au corps électrisé* (20), et qu'on a nommée *matière affluente*. On peut voir la *fig.* 1. *Pl. LXIX*, qui représente une portion annulaire d'un tube, ou l'équateur d'un globe, environné des deux matières *effluente* et *affluente;* l'une et l'autre matière ayant *un mouvement progressif et simultanée* (21), doit emporter avec elle tout ce qu'elle rencontre d'assez libre, pour obéir à son impulsion. Mais, comme *ces deux courans de matière se meuvent en sens contraire* (21), de tous les corps légers qui se trouvent dans la sphère d'activité du corps électrisé, les uns sont emportés vers ce corps électrisé par le courant de *matière affluente*, et ainsi paroissent attirés; et les autres en sont éloignés ou repoussés par le courant de *matière effluente*, suivant qu'ils donnent plus ou moins de prise, à l'un ou à l'autre de ces deux courans.

Si le corps léger est d'un très-petit volume, ou d'une figure tranchante, comme une feuille de métal *E* ou *F*, *fig.* 1, il est chassé vers le corps électrique par la matière affluente, sans que la matière effluente puisse l'empêcher d'y arriver; parce que ses rayons, *qui sont divergens* (24), ou *les aigrettes trop distantes l'une de l'autre* (23), ne lui opposent que des obstacles rares et accidentels, que l'impulsion de la matière affluente peut aisément surmonter. Une preuve que ce petit corps rencontre des obstacles, c'est qu'il arrive rarement au corps électrique par une voie bien directe; ce n'est ordinairement qu'après plusieurs détours, qu'on apper-

çoit d'autant mieux que ce corps léger a plus d'étendue.

Mais si l'étendue de la feuille de métal égale seulement celle d'un petit écu, il est fort ordinaire que son premier mouvement soit de s'écarter du corps électrique ; ou si elle commence par s'en approcher, elle ne parvient pas jusqu'à lui ; à une certaine distance, plus ou moins grande, elle est arrêtée ou même repoussée. C'est qu'alors la feuille étant plus large, ne peut plus échapper aux rayons des aigrettes de la matière effluente, qui, quoique plus rares que ceux de la matière affluente, *à cause de leur divergence* (24), et *de la distance des aigrettes entr'elles* (23), ont toujours beaucoup plus de vîtesse ou de force, surtout à une petite distance de leur origine ou de leur éruption.

De plus le corps léger, que nous avons supposé d'un assez petit volume, pour échapper à l'effort des rayons de la matière effluente, et ainsi paroître attiré en obéissant à l'impulsion de la matière affluente, est ensuite constamment repoussé dès qu'il a touché le corps électrique, ou qu'il s'en est seulement approché de fort près. Cela vient de ce que ce petit corps a reçu une augmentation de volume, invisible à la vérité, mais qui n'en est pas moins réelle : car lorsque ce petit corps, poussé par la matière affluente, a touché le corps électrique, *il s'est électrisé lui-même par communication* (5) : or un corps électrisé, tel qu'il soit, et *de quelque manière qu'on l'électrise* (8), *devient tout hérissé d'aigrettes, qui forment autour de lui une athmosphère de rayons divergens* (25). Cette athmosphère augmente donc considérablement son volume, et, par la raison que nous avons rapportée ci-dessus, le met en prise aux rayons de la matière effluente, qui le tiennent écarté du corps électrique, autant de temps que l'*Electricité* subsiste dans l'un et dans l'autre. (*Voyez fig.* 1. à la lettre *H*).

Mais si ce petit corps vient à toucher son support, ou quelque autre corps non-électrique, il sera porté de nouveau vers le corps électrisé ; en voici la raison. *L'attouchement d'un corps non-électrique, lui fait perdre presque toute son électricité* (14), et par conséquent cette athmosphère d'aigrettes, qui augmentoit invisiblement son volume. Ainsi, après cet attouchement, il se trouve

dans le même état où il étoit avant que d'avoir été électrisé, et disposé, par la petitesse de son volume, ou par sa figure, à se laisser emporter de nouveau par la matière affluente vers le corps électrique, en échappant encore, comme la première fois, à l'action des rayons divergens de la matière effluente.

Si donc le corps léger, est d'un petit volume, ou d'une figure tranchante, il obéit d'abord à l'impulsion de la matière affluente, et paroît ainsi attiré. S'il est d'un volume assez considérable, ou qu'ayant touché le corps électrique, il le soit devenu lui-même, il obéit à l'action de la matière effluente, et est ainsi repoussé: et ces attractions et répulsions s'opèrent, non-seulement par le même corps électrisé, mais même par une seule et même surface de ce corps, et dans le même temps. Il est impossible de rendre raison de pareilles attractions et répulsions, si l'on n'admet pas dans le même temps ces deux courans de matière électrique, connus sous le nom d'*effluence* et *affluence simultanées*. Et quiconque formera un système, dans lequel on ne trouvera pas l'explication de ce fait, peut, à coup sûr, regarder ce système comme insuffisant, pour expliquer le mécanisme de l'*Electricité*. Il seroit superflu de faire ici l'énumération de tous les phénomènes électriques, et d'en donner l'explication: on la trouvera dans les différens ouvrages qu'a donnés l'*abbé Nollet* sur cette matière, et dont nous avons extrait ce que nous venons de dire dans cet article.

Conjectures de Dufay, sur l'Electricité.

Dufay pensoit, 1°. Que tout corps électrisé, soit par frottement, soit par communication, étoit entouré d'un tourbillon, qui s'étendoit plus ou moins loin, et au moyen duquel on pouvoit expliquer non-seulement les attractions et répulsions, mais même tous les phénomènes électriques. 2°. Il croyoit qu'il y avoit deux sortes d'*Electricités* réellement distinctes l'une de l'autre; savoir, l'une appartenant au verre, au crystal, aux pierres précieuses, etc. et qu'il appeloit *Electricité vitrée*; et l'autre, appartenant à l'ambre, au jayet,

à la gomme copal, et autres résines, et qu'il appeloit *Electricité résineuse.*

De peur d'altérer en rien ses explications, voyons ce qu'il dit lui-même. (*Mém. de l'Acad. des Sc. Année* 1733. *pag.* 458 *et suivantes*). On frotte bien le tube pour le rendre électrique, et le tenant dans une situation horizontale, on laisse tomber au-dessus une parcelle de feuille d'or; cette feuille présente ordinairement la tranche, si le tube est bien électrique, parce que de cette manière elle fend l'air avec plus de facilité; et sitôt qu'elle a touché le tube, elle est repoussée en haut perpendiculairement à la distance de huit ou dix pouces (25 centimètres) : elle demeure presque immobile en cet endroit; et si on en approche le tube en l'élevant, elle s'élève aussi, en sorte qu'elle s'en tient toujours dans le même éloignement, et qu'il est impossible de l'y faire toucher : on peut la conduire où l'on veut de la sorte, parce qu'elle évitera toujours le tube.... Il est à observer que, par la distance à laquelle la feuille se tient éloignée du tube, on peut juger de l'étendue du tourbillon électrique, et que, conduisant la feuille au-dessus de toutes les parties du tube, soit en le tournant sur son axe, soit en le mettant dans une situation verticale, on peut se former l'image des limites du tourbillon, ou plutôt celle de la couche du tourbillon, qui a assez de force pour résister au poids de la feuille; car, si l'on en prend de très-petits fragmens, on voit qu'ils se soutiennent à une beaucoup plus grande distance que les autres....

L'explication de ce fait est bien simple, dit encore *Dufay*, en supposant le principe que je viens d'avancer. Car, lorsqu'on laisse tomber la feuille sur le tube, il attire vivement cette feuille, qui n'est nullement électrique (*remarquez que* Dufay *dit bien que cette feuille est attirée; mais il ne dit ni pourquoi, ni comment*); mais, dès qu'elle a touché le tube, ou qu'elle l'a seulement approché, elle est rendue électrique elle-même, et par conséquent elle en est repoussée, et s'en tient toujours éloignée, jusqu'à ce que le petit tourbillon électrique, qu'elle avoit contracté (et qui tend à s'étendre en sens contraire de celui du tube), soit dissipé, ou

du moins considérablement diminué; n'étant plus repoussée alors, elle retombe sur le tube, où elle reprend un nouveau tourbillon, et par conséquent de nouvelles forces pour l'éviter, ce qui continuera tant que le tube conservera sa vertu.

Quant aux deux genres d'*Electricité* réellement distincts l'un de l'autre, de l'existence desquels *Dufay* étoit intimement persuadé, il les avoit déduits de l'expérience. Car il avoit observé que la feuille de métal repoussée par le tube électrisé, étoit attirée par un morceau de gomme copal, ou d'ambre, ou de cire d'Espagne électrisé, tandis que cette même feuille étoit repoussée par un autre tube, ou un morceau de crystal nouvellement frotté; et qu'au contraire une feuille qui avoit reçu la vertu électrique d'une matière résineuse, étoit attirée par un tube électrisé, et repoussée par un morceau de gomme copal, ou de cire d'Espagne nouvellement frotté. C'est en conséquence de ces expériences qu'il dit (*Mém. de l'Acad. des Sciences*, *an.* 1733, *pag.* 467), voilà donc constamment deux *Electricités* d'une nature toute différente; savoir, celle des corps transparens et solides, comme le verre, le crystal, etc. et celle des corps bitumineux ou résineux, comme l'ambre, la gomme copal, la cire d'Espagne, etc. Les uns et les autres repoussent les corps qui ont contracté une *Electricité* de même nature que la leur, et ils attirent, au contraire, ceux dont l'*Electricité* est d'une nature différente de la leur.

Si *Dufay* avoit eu le temps de pousser plus loin ses recherches, il se seroit sûrement apperçu que les expériences, qui lui ont fait admettre ces deux sortes d'*Electricités*, manquent très-souvent, et que dans ce cas-là, les résultats sont tout-à-fait opposés à ceux qu'il a observés. En conséquence, il auroit sans doute changé d'avis à leur égard. Mais, afin de faire connoître en entier sa façon de penser sur l'*Electricité*, il est à propos d'ajouter ici les principes qu'il a cru devoir déduire de toutes les expériences qu'il a faites sur cette matière : les voici.

1°. Tous les corps qui sont dans la nature, sont susceptibles d'*Electricité*, à l'exception des métaux, et

des matières qui ne sont pas de consistance à pouvoir être frottées.

2°. Tous sans exception, même les liquides, deviennent électriques par communication; la flamme seule ne le devient point, et n'est point attirée par les corps électriques.

3°. Les corps naturellement électriques sont les seuls qui le puissent devenir par communication, étant posés sur un appui ou base de métal, de bois, ou d'autre matière qui n'est que peu ou point électrique; et au contraire ils le deviennent moins que tout autre, sur une base disposée à l'*Electricité*.

4°. Les matières naturellement électriques, interposées entre le tube et les feuilles d'or, ou autres corps légers, laissent passer les écoulemens électriques, au lieu que toutes les autres matières les interceptent.

5°. Les électriques sont les moins propres de tous, à transmettre au loin l'*Electricité*; et les corps mouillés sont les plus propres.

6°. Le plus grand vent ne détourne point les écoulemens électriques, que l'on fait communiquer au-delà de 1250 pieds (406 mètres), au moyen d'une corde ou de quelqu'autre corps continu.

7°. Les corps de même nature s'imprégnent de l'*Electricité*, ou l'interceptent à-peu-près en raison de leur volume.

8°. Il sort des étincelles brûlantes d'un corps vivant rendu électrique, par la communication du tube, et cette lumière ne cause aucune sensation de douleur, si elle sort d'un corps inanimé.

9°. Il y a deux *Electricités* différentes et distinctes l'une de l'autre, savoir, la vitrée et la résineuse, dont l'une attire les corps repoussés par l'autre.

10°. Les corps électriques attirent toujours et indistinctement tous ceux qui ne le sont point, et repoussent au contraire tous ceux qui sont doués de celle des deux *Electricités*, qui est de même espèce que la leur.

11°. L'air humide et chargé de vapeurs nuit à l'*Electricité*, de quelque nature qu'elle soit, et diminue considérablement ses effets.

12°. Les corps électriques, placés dans le vide, y exercent leur action ; mais la matière de l'*Electricité* se porte plutôt dans le vide que dans le plein ; en sorte qu'un tube, ou un globe vide d'air, ne fait d'effet sensible que dans son intérieur.

13°. L'air condensé dans l'intérieur du tube, paroît nuire autant que l'air raréfié aux effets extérieurs de l'*Electricité*.

14°. Tous les corps dont l'*Electricité* est un peu considérable, soit qu'elle soit vitrée ou résineuse, sont lumineux, avec quelques différences néanmoins dans la lumière qui y est excitée par le frottement.

15°. La matière de cette espèce de lumière n'est pas la même que celle de l'*Electricité*, l'une de ces deux propriétés pouvant subsister indépendamment de l'autre.

16°. Enfin les corps résineux, quoique opaques, donnent un libre passage à la lumière, lorsqu'elle émane de la matière électrique, ou du moins qu'elle en est accompagnée. (*Voyez Mém. de l'Acad. des Sciences, Année* 1734, *pag.* 523 *et suiv.*)

Si *Dufay* eût vécu plus long-temps, il n'auroit pas manqué d'appercevoir le faux de quelques-unes de ces propositions. Et même, dès l'année 1737, il rectifia ce qu'il avoit énoncé dans la huitième, et fit voir que les étincelles, même celles qui sortent des corps inanimés, sont capables de causer aux corps animés une sensation de douleur.

Voyons maintenant quels sont les sentimens de *Jallabert* sur l'*Electricité*. Pour cela, rapportons ce qu'il dit lui-même dans un ouvrage qui a pour titre : *Expériences sur l'Electricité, avec quelques conjectures sur la cause de ses effets.*

Conjectures de Jallabert, sur l'Electricité.

Je suppose d'abord, dit *Jallabert*, un fluide très-délié, très-élastique, remplissant l'Univers et les pores des corps même les plus denses, tendant toujours à l'équilibre, ou à remplacer les vides occasionnés. Je suppose encore que la densité de ce fluide n'est pas

la même dans tous les corps ; qu'il est plus rare dans les corps denses, et plus dense dans les corps rares ; en sorte que les interstices que laissent entr'elles les particules de l'air, renferment un fluide plus dense que ne font, par exemple, les pores du bois, ou du métal.

Ces principes admis, on conçoit aisément que, si l'on frotte un tube ou un globe de verre, non-seulement les particules électriques qui occupent les pores de la surface, seront ébraulées ; mais encore que les fibres du corps frotté acquerront, en vertu de leur électricité, un mouvement de vibration pareil à-peu-près à celui d'une corde pincée, dont les plus petites fibres, indépendamment de la vibration totale de la corde, font chacune des vibrations particulières, et sont comme autant de points sonores, qui répandent le son de toutes parts.

Les fibres élastiques du verre ne sauroient être ainsi agitées, qu'en même temps la matière de l'*Electricité* ne soit chassée et lancée avec une certaine force hors du globe, et que le fluide électrique, répandu dans l'air, ne soit poussé et comprimé. Et, comme ce fluide apporte de la résistance à sa condensation, la matière électrique, en s'éloignant par ondulation du globe, devient plus dense et plus élastique jusqu'à un certain point ; et il se forme autour du corps frotté une atmosphère plus ou moins étendue, dont les couches les plus denses sont vers la circonférence, et diminuent en densité jusqu'au corps électrisé. Un corps léger qui se trouveroit au-dedans de la couche la plus élastique, seroit donc poussé de celle-là à la couche voisine, qui est plus foible ; et ainsi de couche en couche jusqu'au globe.

Mais la force avec laquelle la matière électrique est chassée hors du corps frotté, étant bientôt consumée par la résistance du fluide des environs, ce fluide, condensé au-delà de son état naturel, doit, en se rétablissant, pousser à son tour la matière électrique sortie du globe, et l'obliger à rebrousser vers lui. Cette matière, en retournant vers le globe, ne s'y met pas d'abord en équilibre ; plus elle en approche, plus elle s'y condense tout autour ; et le corps léger est re-

poussé d'une couche plus élastique dans une autre qui l'est moins, jusqu'à l'extérieure ou la moins dense. Ainsi le fluide électrique est, autour du corps électrisé, dans de perpétuelles oscillations de dilatation et de contraction, par l'action du fluide qui s'échappe de ce corps, et la réaction du fluide dont l'air abonde. C'est cette action du fluide que la force du frottement exprime des pores du globe, et cette réaction du fluide répandu dans l'air, qui produisent l'attraction et la répulsion. (*Il faut remarquer ici que cette* action *et cette* réaction *expliquent tout au plus les* attractions et répulsions alternatives *d'un corps léger; mais elles n'expliquent point du tout les* attractions et répulsions simultanées, *opérées par un même côté de la surface d'un corps électrisé*).

Quoique le fluide électrique réside en plus ou moins grande quantité dans tous les corps, il ne peut cependant produire un effet sensible, s'il n'est ébranlé et mis en mouvement par quelque cause extérieure. La chaleur et le mouvement le mettent en action d'une manière particulière.

Mais cette même chaleur, qui augmente le ressort des fibres de certains corps, et qui agite vivement le fluide électrique, qui réside dans leurs pores et sur leur surface, produit sur d'autres corps des effets tout-à-fait opposés, quand on les frotte, ou qu'on les chauffe. Cette chaleur, en les dilatant, et en les ramollissant, change leur contexture naturelle; elle affoiblit l'élasticité de leurs fibres, et par conséquent éteint en eux cette facilité qui sert à développer l'*Electricité*.

C'est donc par le différent tissu des corps, et par les divers degrés de densité du fluide électrique, qui réside dans leurs pores, qu'il faut expliquer pourquoi une médiocre chaleur, ou une légère friction, rendent certains corps électriques. Pourquoi d'autres ne le deviennent qu'après avoir été chauffés et frottés avec force. Et pourquoi d'autres, quelque vivement que vous les chauffiez, ou frottiez, n'acquièrent qu'une foible *Electricité*, ou n'en contractent aucune.

Les fluides et les corps mols, qui, ayant cédé à une légère impression, ne se rétablissent point ensuite, et

qui par conséquent sont incapables d'un mouvement oscillatoire, ne sauroient, par cela même, être rendus électriques.

Si les métaux, les plus denses des corps, ne peuvent être rendus électriques par le frottement ou par la chaleur, c'est que le fluide qui y réside, étant fort rare, le frottement ne peut exprimer de leurs pores, une quantité suffisante de ce fluide, pour former autour d'eux, une athmosphère sensible. (*Comment cette quantité de fluide, peut-elle donc devenir* suffisante, *pour former cette* athmosphère, *lorsque les métaux sont électrisés par communication?)* Le tissu de leurs fibres, trop engrenées les unes dans les autres, et trop serrées, pour être ébranlées par le frottement, peut aussi être un obstacle à leur *Electricité.*

Les corps résineux, sulfureux, doués d'une vertu électrique supérieure à celle d'autres corps moins denses, et plus élastiques qu'eux, doivent être exceptés de la règle que nous avons établie. Je penche à attribuer la grande vertu de ces corps inflammables à la matière du feu dont ils abondent.

Il en est des vibrations des fibres d'un corps électrisé, et de celles du fluide qui réside dans les pores de ce corps ou qui l'environne, comme des oscillations d'un pendule. Elles durent plus ou moins long-temps, après que la force qui les a occasionnées a cessé d'agir; et elles ne s'arrêtent que lorsque leur mouvement a été consumé et détruit par la résistance du fluide des environs. C'est pourquoi les matières les plus élastiques, telles que le verre et la porcelaine, après le frottement, conservent leur vertu plus long-temps que d'autres corps plus abondans qu'eux en fluide électrique.

La difficulté, ou plutôt l'impossibilité d'électriser par le frottement, les corps mouillés ou frottés avec une main humide, ne doit pas surprendre. Personne n'ignore que l'humidité affoiblit le ressort des corps; et il est d'ailleurs sensible que les particules d'eau, en s'insinuant dans les pores d'un corps frotté, nuisent aux vibrations de ses fibres, et font ainsi obstacle au mouvement du fluide renfermé dans ses pores.

Les observations sont bien éloignées de nous con-

duire à la supposition d'une matière subtile mue en forme de tourbillon autour de l'axe des corps électrisés. Car si les corps légers étoient agités par une pareille matière, ils en suivroient l'impulsion, et feroient des révolutions circulaires autour du tube; ce qui est contraire à l'expérience.

Si un corps léger, attiré et ensuite repoussé par un corps électrique, ne s'en approche de nouveau qu'après un certain temps, ou qu'après avoir touché quelque corps non-électrique, c'est que ce petit corps est lui-même devenu électrique par communication, et a acquis autour de soi une athmosphère électrique. Cette athmosphère est composée, non-seulement du fluide de ses pores, ébranlé et poussé au-dehors par la matière émanée du corps électrisé, mais encore de cette même matière sortie du corps frotté, et qui, par sa tendance à être partout en équilibre, se sera d'abord insinuée dans les pores du corpuscule, surtout si sa densité étoit considérable : et comme l'athmosphère du corps frotté et celle du corps léger tendent toutes deux à s'étendre en sens contraire, et qu'elles réagissent mutuellement; il est sensible que le corps léger doit être repoussé et se tenir éloigné du corps frotté, jusqu'à ce que l'athmosphère qu'il a acquise se soit d'elle-même dissipée, ou que le corps léger ait perdu son *Electricité* par l'attouchement d'un corps non-électrique.

Les corps qui, après s'être approchés d'un corps électrisé, en ont été repoussés et en demeurent éloignés, se portent, au contraire, avec impétuosité vers les corps non-électriques. Ce phénomène, par lequel il paroît que les corps rendus électriques, non-seulement ont acquis la propriété d'attirer, mais aussi celle d'être eux-mêmes attirés par les corps non-électriques, m'a toujours paru embarrassant. (*Il ne l'est point, lorsqu'on admet les effluences et affluences simultanées*). Car si les corps électrisés sont en équilibre au centre de leur athmosphère, comment se porteront-ils vers les corps non électriques?... Ce que je trouve de plus probable, c'est qu'un corps léger électrisé s'approche des corps non-électriques, parce que sa petite athmosphère, conservée par la résistance de l'air qui l'environnoit, s'épuise d'abord

à l'approche des corps non-électriques qu'elle pénètre librement et vers lesquels elle ne peut tendre sans y porter le corps léger, comme une eau, d'abord renfermée, ne sauroit sortir par une ouverture, sans entraîner avec elle les paillettes qu'elle contiendroit. Peut-être aussi, et ces deux raisons peuvent fort bien concourir, l'effort que fait la matière de l'*Electricité*, accumulée et agitée autour des corps électrisés, pour passer dans les corps non-électriques, influe-t-il sur ce phénomène : car puisque, par nos principes, la matière électrique tend à s'étendre où elle rencontre le moins de résistance, la matière qui environne le corps électrisé, devra se porter avec impétuosité vers le corps non-électrique qu'on en approchera ; et, en chassant et en écartant le fluide subtil qui est entr'eux, elle devra condenser celui des environs. Ce fluide étant condensé, réagit pour retourner à son premier état avec une force égale à celle avec laquelle il en a été chassé, et il presse et pousse les deux corps l'un vers l'autre. Ces conjectures peuvent servir à expliquer divers autres phénomènes ; pourquoi, par exemple, les métaux les plus denses des corps, sont ceux que les corps électrisés attirent avec le plus de force.

On pourroit alléguer, contre les explications que je donne des phénomènes de l'attraction et de la répulsion, les expériences qui donnent au même instant des attractions et des répulsions. (*Cette allégation est assez bien fondée*). Ainsi des corps légers, placés sur une soucoupe de métal ou sur la main d'une personne vivement électrisée, s'élancent en l'air, tandis que d'autres présentés au-dessous de la soucoupe ou de la main, s'en approchent. Mais il est aisé de voir que les circonstances qui accompagnent ces divers phénomènes, sont très-différentes ; les corps légers, posés sur la soucoupe ou sur la main, s'électrisent en même temps que la soucoupe et la main, par conséquent ils doivent s'en éloigner, puisque les corps électrisés se repoussent mutuellement ; (*Mais si l'on mettoit sur la soucoupe ou sur la main des corps légers qui ne fussent pas électrisables par communication, comme des fragmens de verre soufflé, du soufre pulvérisé ; de petits brins de soie, etc. ces corps ne*

s'électriseroient pas en même temps que la soucoupe et la main, et cependant ils seroient repoussés) ; et d'ailleurs ils ne peuvent obéir qu'à l'action du fluide, qui tend à les écarter de la main et de la soucoupe ; au lieu que les corps légers, présentés à quelque distance, obéissent sans obstacle à l'action du fluide qui tend à les amener vers la main ou vers la soucoupe électrisée. (*Ce fluide, qui tend à les amener ainsi vers la main, n'est donc pas le même, ou du moins n'a pas la même direction que celui qui dans le même instant tend à en écarter les autres*) ?

Il y a des expériences qui paroissent encore plus opposées à notre théorie. Elle suppose que les corps légers sont d'abord attirés, ensuite repoussés ; et l'on voit, au contraire, que, de divers corps légers (comme des brins de poussière à mettre sur l'écriture) placés autour d'un corps électrisé, les uns s'élancent vers lui, au même instant qu'un grand nombre d'autres s'en éloignent. (*Il est vrai que ce fait est assez opposé à la théorie de* Jallabert ; *voyons comment il se tirera de là*). Mes observations diminuent, à la vérité, le nombre des répulsions et augmentent celui des attractions : mais, à supposer que plusieurs particules sont quelquefois repoussées avant que d'être attirées, ce fait ne peut-il point venir de ce que les brins de poussière à mettre sur l'écriture, embarrassés les uns dans les autres, ne se meuvent pas librement en tous sens ? que ceux qu'aucun obstacle n'empêche de s'approcher du corps électrisé, cèdent à l'action du fluide qui les amène vers lui, tandis que les autres, gênés dans leur impulsion vers le corps électrisé, mais libres de se mouvoir en sens opposé, s'en éloignent ? Les oscillations du fluide électrique sont si promptes, que l'œil ne peut en suivre la succession et les effets ; et enfin les particules qui s'élancent vers le corps électrisé, ne peuvent-elles point imprimer à quelques-unes de celles sur lesquelles elles s'appuient, un mouvement en sens opposé au leur ? (*Je doute très-fort qu'on trouve cette explication bien claire et bien satisfaisante*).

Quoique la distinction des deux *Electricités* résineuse et vitrée, paroisse dans quelques effets, on ne sauroit

être trop circonspect à l'admettre dans la cause... et il y auroit d'étranges conséquences à chercher à l'*Electricité* vitrée un fluide distinct de celui de l'*Electricité* résineuse, et à multiplier ainsi le nombre des fluides à mesure qu'on croira en avoir besoin pour expliquer quelque nouveau phénomène. Je pencherois plutôt à croire, que cette contradiction apparente entre les effets de l'*Electricité* des corps vitrés, et ceux des corps résineux, vient de l'inégalité de force de leurs athmosphères, laquelle varie suivant la nature des corps. Approchez deux corps dont les athmosphères seront égales en force, il est aisé de concevoir, qu'au lieu de s'approcher ils se repousseront mutuellement; mais si l'athmosphère de l'un est beaucoup plus foible que celle de l'autre, le mouvement de la plus foible athmosphère sera bientôt détruit, et les deux corps s'approcheront.

Cette inégalité de force entre l'athmosphère des corps vitrés et celle des corps résineux, n'est rien moins qu'une supposition gratuite. Elle suit de la nature même de ces corps. Le verre et la porcelaine, non-seulement sont plus élastiques que la résine et que l'ambre, mais cette élasticité augmente encore par la chaleur du frottement, au lieu que cette même chaleur détruit l'élasticité des corps résineux. Le fluide électrique sera donc lancé avec plus de force hors des corps vitrés, que hors de l'ambre et de la résine. Aussi l'expérience démontre-t-elle, 1°. que l'athmosphère des corps résineux n'agit pas, à beaucoup près, aussi loin que celle des corps vitrés; 2°. que la vertu électrique que contractent les corps approchés de la résine, est beaucoup plus foible que celle qu'ils reçoivent du verre électrisé; 3°. que le doigt ne tire des corps résineux dont on l'approche, qu'une lumière pâle et jamais des étincelles.

Les corps légers ne sont attirés que foiblement par un tube ou globe dans lequel l'air a été ou raréfié ou condensé, et l'attraction devient plus forte dès que l'air reprend, dans le globe, son état naturel. Quelque opposition qu'il y ait entre raréfier l'air et le rendre plus dense, les effets qui résultent de ces deux opérations peuvent n'avoir qu'une même cause. Une expérience commune vous en éclaircira. Prenez une bouteille

quarrée, d'un verre mince, videz-en l'air, la pression de l'air extérieur la brisera; condensez, au contraire, par une pompe de compression, l'air dans une bouteille semblable, le ressort de l'air, comprimé dans la bouteille, ne la brisera pas moins. Ne peut-on pas de même attribuer le peu de vertu des globes, où l'air est trop raréfié ou trop condensé, à l'inégalité des deux pressions extérieure et intérieure? cette inégalité ne nuit-elle pas à la vibration des fibres élastiques du verre, et par conséquent à la formation d'une athmosphère électrique?

Il reste à expliquer d'où vient que la vertu électrique se manifeste ou augmente dès que l'air revient, dans le globe, à son état naturel. Ne seroit-ce point que le frottement a animé le ressort des fibres élastiques du verre; en sorte, que dès que l'obstacle qui s'opposoit à leurs vibrations a été écarté, le mouvement oscillatoire de leurs fibres augmente assez pour produire une *Electricité* sensible?

Les corps les moins électriques par eux-mêmes, le deviennent le plus, étant approchés d'un corps électrisé; les métaux, à qui la chaleur ou le frottement ne peuvent donner la vertu électrique, en contractent une très-forte par communication; et, au contraire, les corps que le frottement rend aisément électriques, ne s'électrisent que très-difficilement et foiblement à l'approche d'un corps électrisé.

Le plus ou le moins de fluide électrique, qui réside dans les pores des différens corps, est la principale cause de ces variétés. Si l'on approche d'un corps électrisé un corps dense, dans lequel la matière de l'*Electricité* soit peu abondante, les ondulations du fluide électrique, qui se portent toujours du côté où elles trouvent une moindre résistance, atteignent le corps dense, s'y étendront librement; et, comme l'équilibre est par-là rompu entre la matière électrique de ce corps et celle qui l'environne, ce corps deviendra un centre d'où partiront les ondulations qui formeront autour de lui une athmosphère électrique.

Si, au contraire, on présente au corps électrisé un corps abondant en fluide électrique, le fluide agité autour du corps électrisé, trouvant dans le corps qu'on en approche,

approche, une grande quantité de fluide à mouvoir, et par conséquent plus de résistance, ne peut y ébranler le fluide électrique, au point de l'obliger à en sortir et à former une athmosphère électrique. C'est pourquoi la poix, la résine, le soufre, au lieu de transmettre le fluide qui cherche à s'y introduire, le rassemblent dans l'intérieur et à l'entour des corps électrisés qu'on a posés sur eux.

Mais d'où vient que la matière électrique du globe ne s'épuise point, quoiqu'elle se propage en si grande quantité dans les corps denses? et comment le globe, après de longues et fréquentes opérations, peut-il avoir autant de vertu, que s'il n'eût encore communiqué l'*Electricité* à aucun corps? Il ne me paroît pas hors de vraisemblance que le fluide électrique, qui, du globe, s'écoule dans les corps denses, soit remplacé par celui des couches d'air voisines du globe. (*Il faut remarquer ici, que* Jallabert *est obligé d'avoir, malgré lui, recours à la matière affluente*). Ce fluide, dont l'air abonde, par une suite de sa tendance à l'équilibre, doit se porter sur le globe, et y contracter, par les frémissemens des fibres élastiques du verre, un mouvement semblable à celui du fluide lancé hors du globe par les vibrations de ces mêmes fibres du verre; et le fluide, que les couches d'air les plus proches fournissent au globe, sera, à son tour, remplacé par celui des couches plus éloignées, etc., etc., et c'est ainsi qu'il se fait une espèce de circulation du fluide électrique, jusqu'à ce que le frottement étant cessé, tout ce fluide qui avoit été agité, soit rentré dans son équilibre naturel.

Le fluide électrique ne se propage pas en glissant sur la surface des corps, mais, en les pénétrant; il s'y transmet même d'autant plus facilement, que le corps est plus dense: secondement, les corps que le frottement électrise le plus aisément, comme le soufre et la résine, sont ceux que le fluide électrique a le plus de peine à traverser. Ces phénomènes, loin d'être opposés à notre théorie, aident à l'appuyer: car, si l'on accorde que la densité du fluide électrique qui réside dans les pores des corps, est plus grande dans les corps rares que dans les corps denses, on sera obligé de reconnoître que

la résistance, que le fluide contenu dans les pores des corps apportera aux ondulations électriques, qui chercheront à s'y étendre, sera plus grande dans les corps les plus rares; que l'air, par exemple, résistera plus à ces ondulations, que l'eau huit cents fois plus dense.

Si le verre et la porcelaine apportent aux ondulations électriques une résistance plus grande que leur densité ne semble le supposer, c'est que l'art a rassemblé dans le verre et dans la porcelaine plus de matière électrique et ignée qu'ils n'en devroient naturellement contenir. Leur préparation les exposant à la longue action d'un feu violent, leurs pores se remplissent d'une infinité de particules ignées qui s'y trouvent renfermées, lorsque les surfaces de ces corps se réfroidissent. Il n'est donc pas étonnant que le frottement fasse sortir du verre et de la porcelaine un fluide lumineux, et que ces matières, qui en sont déjà remplies, n'en admettent que difficilement dans leurs pores une plus grande quantité.

Le cas des matières sulfureuses, résineuses et huileuses, dont la résistance aux ondulations électriques est encore plus grande à proportion de leur densité, est embarrassante dans toute hypothèse; et je me fais d'autant moins de peine de les excepter de la règle que j'ai posée sur les différens degrés de densité du fluide électrique dans les corps, que l'illustre *Newton* les a lui-même exceptées de la loi qu'il a établie dans son admirable traité sur la lumière et les couleurs, que les forces réfringentes des corps sont à-peu-près en proportion de leur densité; l'expérience enseignant que les corps qui abondent en parties huileuses ou sulfureuses, ont une force réfringente beaucoup plus grande que les autres corps de même densité. (*Cependant l'exception que fait ici* Jallabert, *est dans un sens tout-à-fait opposé à celui de l'exception qu'a faite* Newton. *Car les effets que produisent en dioptrique les matières huileuses ou sulfureuses, supposent à ces matières une plus grande densité que celle qu'elles ont; et, au contraire, les effets que produisent en électricité ces mêmes matières, leur supposent, suivant la théorie de* Jallabert, *une densité beaucoup moindre que celle qu'elles ont. Ces matières produisent donc tout-à-la-fois les effets d'un corps plus dense qu'elles, et ceux d'un corps plus rare?*)

Il nous reste à voir maintenant quelle est la façon de penser de *Franklin* sur l'*Electricité*. La voici, que nous avons extraite d'un ouvrage, qui a pour titre : *Expériences et observations sur l'Electricité, faites à Philadelphie en Amérique, par Benjamin Franklin.*

Conjectures de Franklin, sur l'Électricité.

La matière électrique (dit *Franklin*), est composée de particules extrêmement subtiles, puisqu'elle peut traverser la matière commune, même les métaux les plus denses, avec tant de facilité et de liberté, qu'elle n'éprouve aucune résistance sensible.

La matière électrique diffère de la matière commune, en ce que les parties de celle-ci s'attirent mutuellement, et que les parties de la première se repoussent mutuellement : de là la divergence apparente dans un courant d'écoulemens électriques.

Mais, quoique les particules de matière électrique se repoussent l'une l'autre, elles sont fortement attirées par toute autre matière.

De ces trois choses, savoir, l'extrême subtilité de la matière électrique, la mutuelle répulsion de ses parties, et la forte attraction entr'elles et une autre matière, il en résulte cet effet, que, quand une quantité de matière électrique est appliquée à une masse de matière commune d'une grosseur et d'une longueur sensibles, (qui n'a pas déjà acquis sa quantité), elle est d'abord et également répandue dans la totalité.

Ainsi la matière commune est une espèce d'éponge pour le fluide électrique. Une éponge ne recevroit pas l'eau, si les parties de l'eau n'étoient plus petites que les pores de l'éponge ; elle ne la recevroit que bien lentement, s'il n'y avoit pas une attraction mutuelle entre ses parties et les parties de l'éponge ; celle-ci s'en imbiberoit plus promptement, si l'attraction réciproque entre les parties de l'eau n'y mettoit pas d'obstacle, en ce qu'il doit y avoir quelque force employée pour les séparer ; enfin l'imbibition seroit très-rapide, si, au lieu d'attraction, il y avoit entre les parties de l'eau une répulsion mutuelle, qui concourût avec l'attraction

de l'éponge. C'est précisément le cas ou se trouvent la matière électrique et la matière commune.

Mais, dans la matière commune, il y a (généralement parlant) autant de matière électrique qu'elle peut en contenir dans sa substance; si l'on en ajoute davantage, le surplus reste sur la surface, et forme ce que nous appelons une athmosphère électrique, et l'on dit alors que le corps est électrisé.

On suppose que toute sorte de matière commune n'attire pas ni ne retient pas la matière électrique avec une égale force et une égale activité, pour les raisons que nous donnerons dans la suite, et que les corps appelés originairement électriques, comme le verre, etc., l'attirent et la retiennent plus fortement et en contiennent la plus grande quantité.

Nous savons que le fluide électrique est *dans* la matière commune, parce que nous pouvons le pomper et l'en faire sortir par le moyen du globe et du tube: nous savons que la matière commune en a à-peu-près autant qu'elle en peut contenir, parce que, quand nous en ajoutons un peu plus à une portion quelconque, cette quantité ajoutée n'entre point, mais forme une athmosphère électrique; et nous savons que la matière commune n'en a pas (généralement parlant) plus qu'elle n'en peut contenir; autrement toutes ses parties détachées se repousseroient l'une l'autre, comme elles font constamment, lorsqu'elles ont des athmosphères électriques. (*Nous laissons à chacun la liberté de juger de la valeur des raisons qu'apporte ici* Francklin).

Si l'on suppose (continue *Francklin*) une portion de matière commune entiérement dégagée de matière électrique, et que l'on en approche une simple particule de cette dernière, elle sera attirée, et entrera dans le corps, et prendra place dans le centre ou à l'endroit dans lequel l'attraction est égale de toutes parts; s'il y entre un plus grand nombre de particules électriques, elles prennent leur place dans l'endroit où la balance est égale entre l'attraction de la matière commune et leur propre répulsion mutuelle. On suppose qu'elles forment des triangles, dont les côtés se raccourcissent à proportion que leur nombre augmente, jusqu'à ce que la ma-

tière commune en ait tant attiré, que tout son pouvoir, de comprimer les triangles par l'attraction, soit égal à tout leur pouvoir de s'étendre elles-mêmes par la répulsion : et alors cette portion de matière n'en recevra plus.

Lorsqu'une partie de cette proportion naturelle de fluide électrique est chassée d'une portion de matière commune, on suppose que les triangles, formés par le reste, s'élargissent par la répulsion mutuelle des parties, jusqu'à ce qu'ils occupent cette portion en entier.

Lorsque la quantité du fluide électrique qui a été enlevée à une portion de matière commune, lui est rendue, elle y entre, les triangles dilatés étant comprimés de nouveau jusqu'à ce qu'il y ait place pour la totalité.

La forme de l'athmosphère électrique, est celle du corps qu'elle environne. Cette forme peut être rendue visible dans un air calme, en excitant une fumée de résine sèche, que l'on versera dans une cuiller à café sous le corps électrisé, qui sera attirée et s'étendra d'elle-même également sur tous les côtés, couvrant et cachant le corps. Elle prend cette forme, parce qu'elle est attirée de tous les côtés de la surface du corps, quoiqu'elle ne puisse entrer dans sa substance, qui est déjà remplie. Sans cette attraction, elle ne demeureroit pas autour du corps, mais elle se dissiperoit en l'air.

L'athmosphère des particules électriques, qui environnent une sphère électrisée, n'est pas plus disposée à l'abandonner, ni plus aisément tirée d'un côté de la sphère que de l'autre, parce qu'elle est également attirée de toutes parts. Mais ce cas n'est pas le même pour les corps d'une autre figure. Dans un cube, elle est plus facilement tirée des angles que des surfaces planes, et ainsi des angles d'un corps de toute autre figure, et toujours plus facilement de l'angle le plus aigu. Si donc un corps figuré comme *A B C D E* (*Pl. LXXI. fig.* 7.) est électrisé, ou a une athmosphère qui lui soit communiquée ; et si nous considérons chaque côté comme une base sur laquelle les particules électriques reposent, et par laquelle elles sont attirées, on

peut voir, en imaginant une ligne de *A* en *F* et une autre de *E* en *G*, que la portion d'athmosphère enfermée dans *F A E G* a la ligne *A E* pour base ; de même la portion d'athmosphère enfermée dans *H A B I*, a la ligne *A B* pour base ; et pareillement la portion enfermée dans *K B C L*, a *B C* pour appui, et de même sur l'autre côté de la figure. Maintenant, si vous tirez cette athmosphère avec quelque corps poli et émoussé, et que vous l'approchiez du milieu du côté *A B*, il faut venir fort près, avant que la force de votre attracteur excède la force ou le pouvoir avec lequel ce côté maintient son athmosphère. Mais il y a une petite portion entre *I B K*, qui a moins de surface pour s'y appuyer et en être attirée, que les portions voisines, tandis qu'il y a d'ailleurs une répulsion mutuelle entre ses particules et les particules de ces portions ; vous pouvez donc venir à bout de la tirer avec plus de facilité et à une plus grande distance. Entre *F A H*, il y a une plus grande portion, qui a encore une moindre surface pour s'y appuyer et pour en être attirée ; c'est pourquoi vous pouvez toujours l'enlever plus facilement. Mais la plus grande facilité se rencontre entre *L C M* où la quantité est la plus abondante, et où la surface, pour l'attirer et la retenir, est la plus petite. Lorsque vous avez enlevé une de ces portions angulaires du fluide, une autre prend sa place, par un effet de la fluidité naturelle et de la répulsion mutuelle, dont nous avons parlé ci-devant : et ainsi l'athmosphère continue de couler vers cet angle, comme un courant, jusqu'à ce qu'il n'en reste plus. Les extrémités de ces portions d'athmosphère sur ces parties angulaires, sont pareillement à une plus grande distance du corps électrisé, comme on le peut voir en jetant les yeux sur la figure ; la pointe de l'athmosphère de l'angle *C* étant beaucoup plus loin de *C* qu'aucune partie de l'athmosphère sur les lignes *C B* ou *A B* : et outre la distance qui résulte de la nature de la figure, là où l'attraction est moindre, les particules doivent naturellement s'étendre à une plus grande distance par leur mutuelle répulsion. Sur ces principes fondamentaux, nous supposons que les corps électrisés déchargent leur athmosphère sur les corps non-électrisés avec plus de fa-

cilité et à une plus grande distance de leurs angles et de leurs pointes, que de leurs côtés unis. Les pointes la déchargent aussi dans l'air, lorsque le corps a une trop grande athmosphère électrique, sans qu'il soit besoin d'approcher quelque corps non-électrique pour recevoir ce qui est chassé : car l'air, quoique originairement électrique, a toujours plus ou moins d'eau, ou d'autres matières non-électriques mêlées avec lui, lesquelles attirent et reçoivent ce qui est ainsi déchargé.

Mais les pointes ont la propriété de *tirer* aussi bien que de *pousser* le fluide électrique à de plus grandes distances que ne le peuvent faire les corps émoussés, c'est-à-dire, que, comme la partie pointue d'un corps électrisé déchargera l'athmosphère de ce corps, ou la communiquera plus loin à un autre corps, de même la pointe d'un corps non-électrisé tirera l'athmosphère électrique d'un corps électrisé de beaucoup plus loin qu'une partie plus émoussée du même corps non-électrisé ne le pourroit faire. Ainsi une épingle tenue par la tête, et la pointe présentée à un corps électrisé, tirera son athmosphère à un pied (325 millimètres) de distance; mais, si la tête étoit présentée au lieu de la pointe, le même effet n'en résulteroit pas. (*On pourroit demander à* Francklin *la raison de cet effet qui paroît si opposé au premier : car, puisque, suivant le raisonnement qu'il vient de faire, la pointe d'un corps électrisé a moins de force pour attirer et retenir son athmosphère, que n'en a un des côtés de la surface de ce même corps, comment se peut-il faire que la pointe d'un corps non-électrisé ait plus de force, que n'en a un des côtés de sa surface, pour attirer et enlever l'athmosphère d'un corps électrisé? Il est aisé de sentir l'inconséquence de ce raisonnement. Au reste* Francklin *lui-même ne le regarde pas comme péremptoire, comme on peut le voir par ce qui suit.*)

Ces explications du pouvoir et de l'opération des pointes (dit encore *Francklin*), lorsqu'elles se présentèrent à moi pour la première fois, et tandis qu'elles rouloient dans mon esprit, me parurent satisfaire à toutes les difficultés : cependant, depuis que je les ai mises par écrit et rappelées à un examen plus sévère et plus réfléchi, j'avoue de bonne foi qu'il me reste quelque

doute à cet égard. Mais, n'ayant rien de mieux pour le présent à offrir à leur place, je ne les rejette pas absolument ; car une mauvaise solution que l'on lit et dont on découvre les défauts, donne souvent occasion à un lecteur ingénieux d'en trouver une plus parfaite.

Pour faire connoître en entier la façon de penser de *Francklin* sur l'*Electricité*, il faut encore ajouter quelque chose, et surtout sur la manière dont s'électrise la bouteille de Leyde. Voici ce qu'il en dit :

Le corps non-électrique contenu dans la bouteille, étant électrisé, diffère du corps non-électrique électrisé hors de la bouteille, en ce que le feu électrique du dernier est accumulé à sa *surface*, et forme à l'entour une athmosphère électrique d'une étendue considérable ; au lieu que le feu électrique est comprimé dans la substance du premier que le verre borne de toutes parts. (*Ceci est tout-à-fait opposé à ce que nous avons rapporté plus haut, et où* Francklin *dit que la matière commune a à-peu-près autant de matière électrique qu'elle en peut contenir, et que quand on en ajoute un peu plus à une portion quelconque, cette quantité ajoutée n'entre point, mais s'accumule à la surface. Aussi pour éviter la contradiction,* Francklin *met en note ce qui suit* :

Nous avons découvert depuis que le feu de la bouteille n'est pas contenu dans le corps non-électrique, mais dans le *verre*. Tout ce qui est dit dans la suite du *haut* et du *bas* de la bouteille, doit s'entendre de ses *surfaces intérieure* et *extérieure*, et auroit dû être exprimé de la sorte. (*Mais cette découverte en est-elle une réelle ? le feu électrique n'est-il pas dans l'une et l'autre ? Il paroit si bien contenu dans le corps non-électrique renfermé dans la bouteille, qu'on électrise une nouvelle bouteille en versant dedans l'eau contenue dans une bouteille nouvellement électrisée. Ainsi, la contradiction que* Francklin *a voulu éviter par cette note, subsiste du moins en partie.*

En même temps (continue *Francklin*) que le fil d'archal et le haut de la bouteille, etc. sont électrisés *positivement* ou *plus*, le fond de la bouteille est électrisé *négativement* ou *moins* dans une exacte proportion, c'est-à-dire, que telle que soit la quantité de feu électri-

que qui passe dans le haut, il en sort du fond une égale quantité. Pour concevoir ceci, supposez que la quantité commune d'électricité dans chaque partie de la bouteille, avant le commencement de l'opération, soit égale à 20; supposez encore qu'à chaque coup de tube ou à chaque tour du globe, il y entre une quantité égale à 1; alors, après le premier coup, la quantité contenue dans le fil d'archal et le haut de la bouteille sera 21, dans le fond elle ne sera plus que 19: après le second la partie supérieure aura 22, l'inférieure 18; et ainsi, après le vingtième coup, la partie supérieure aura une quantité de feu électrique égale à 40: celle de la partie inférieure sera égale à zéro, et l'opération finit là; car il n'en peut plus être poussé dans la partie supérieure lorsqu'il n'en peut plus être tiré de la partie inférieure. Si vous essayez d'en introduire davantage, il est rejeté par le fil d'archal ou s'envole avec un craquement sensible à travers les côtés de la bouteille.

L'équilibre ne sauroit être rétabli dans la bouteille par la communication *intime* ou le contact des parties, mais seulement en formant une communication au dehors de la bouteille, entre le haut et le bas, par le moyen de quelque corps non-électrique qui les touche tous deux, soit en même temps, auquel cas il est rétabli avec une violence et une rapidité inexprimables, soit alternativement, auquel cas l'équilibre est rétabli par degrés. (*Cette communication entre le haut et le bas de la bouteille, ou plutôt entre ses surfaces intérieure et extérieure, n'est point nécessaire; car l'expérience réussit très-bien avec un matras vidé d'air et scellé hermétiquement* (*Voyez* EXPÉRIENCE DE LEYDE); *ce qui n'arriveroit pas si cette communication étoit essentielle*).

Comme il ne peut plus être poussé de feu électrique au haut de la bouteille, lorsque tout celui d'en bas est épuisé; de même, dans une bouteille non-électrisée, on ne sauroit en pousser dans le haut, lorsqu'on n'en sauroit tirer du fond: ce qui arrive, ou quand le fond est trop épais, ou quand la bouteille est placée sur un corps originairement électrique. (*Cependant une bouteille isolée, ou simplement suspendue par son crochet au conducteur, devient électrique; à la vé-*

rité, pas aussi promptement ni aussi fortement que si on la tenoit à la main, ou qu'elle fût posée sur des corps non-électriques, mais elle le devient assez pour donner la commotion). Et réciproquement lorsque la bouteille est électrisée, il ne peut y avoir qu'une assez petite quantité de feu électrique qui soit tirée du haut, en touchant le fil d'archal, à moins qu'une quantité égale ne puisse en même temps être introduite dans le fond. Ainsi posez une bouteille électrisée sur un verre net, ou sur de la cire sèche, et vous aurez beau toucher le fil d'archal, vous ne pourrez jamais tirer du haut la moindre étincelle. (*Je puis assurer que j'ai plusieurs fois éprouvé le contraire*). Posez-la sur un corps non-électrique; touchez le fil d'archal, et le feu sortira en très-peu de temps; mais il sortira plus vite encore si vous formez une communication directe, comme il a été dit ci-dessus, tant ces deux états d'*Electricité*, le *plus* et le *moins*, sont merveilleusement combinés, et balancés dans cette bouteille miraculeuse.

Placez un homme sur un gâteau de cire et donnez-lui à toucher le fil d'archal de la fiole électrisée, que vous tiendrez à la main, demeurant debout sur le plancher; à chaque fois qu'il le touchera il sera électrisé de *plus* en *plus*, et quiconque sera sur le plancher, pourra tirer de lui une étincelle. Le feu, dans cette expérience, passe du fil d'archal dans son corps, et passe en même temps de votre main dans le fond de la bouteille.

Donnez-lui à tenir la fiole électrisée *négativement*, et touchez le fil d'archal; à chaque fois que vous le toucherez, il sera électrisé de *moins* en *moins*, et pourra tirer une étincelle de chacun de ceux qui sont sur le plancher. Ici le feu passe du fil d'archal dans vous, et de lui dans le fond de la bouteille.

La direction du feu électrique étant différente dans la charge, elle sera aussi différente dans l'explosion. La bouteille chargée par le *crochet*, sera déchargée par le *crochet*. La bouteille chargée par les *côtés*, sera déchargée par les *côtés*, et jamais autrement; car le feu doit sortir par la même voie qui lui a donné entrée.

Lorsque nous employons les termes de *charger* et *décharger* les bouteilles, c'est pour nous conformer à l'usage, et par disette d'autres termes plus convenables; puisque nous sommes persuadés qu'il n'y a réellement pas plus de feu électrique dans la bouteille après ce que l'on appelle sa *charge*, ni moins après sa *décharge*, qu'il n'y en avoit auparavant (*on voit bien que ceci n'est qu'une conjecture*), excepté seulement la petite étincelle que l'on peut donner ou enlever à la matière non-électrique, si elle est séparée de la bouteille; étincelle qui ne peut pas égaler la cinq-centième partie de ce qu'on appelle l'explosion.

Il y a une expérience qui paroit bien favorable à l'opinion de *Franklin*, sur la bouteille de *Leyde*, que *Franklin* n'a point faite, qui m'a été indiquée par *de Parcieux*, et que j'ai répétée plusieurs fois, toujours avec un égal succès. La voici : Après avoir bien chargé une bouteille de *Leyde* par son crochet, j'enlève ce crochet avec un bâton de cire d'Espagne, afin de ne lui rien faire perdre de son *Electricité*; et je place cette bouteille, ainsi chargée, sous un récipient placé sur la platine de la machine pneumatique, et j'y fais le vide. On voit alors le feu électrique sortir en abondance du col de la bouteille, se diviser en plusieurs jets qui se courbent pour se rendre à la panse de la bouteille. Si l'on charge la bouteille par la panse, et qu'on la soumette ensuite à la même épreuve, on voit le feu électrique s'élancer de sa panse par jets qui vont, en se courbant, entrer dans le col de la bouteille. Cela paroit bien prouver qu'il y a toujours une des surfaces plus chargée d'*Electricité* que l'autre.

Tout ce que nous venons de dire, suffit pour faire connoître les systêmes sur l'*Electricité* des quatre Physiciens dont nous avons parlé. A l'égard de quelques autres opinions qui ont paru sur cette matière, comme elles n'ont pas fait grande sensation sur les Physiciens électrisans, et qu'elles n'ont été adoptées par qui que ce soit, nous ne croyons pas devoir en parler.

ELECTRICITÉ. (*Communication d'*) (*Voyez* COMMUNICATION D'ELECTRICITÉ).

ELECTRICITÉ MEDICINALE. Application de l'*Electricité* à la médecine.

Dès le temps qu'on n'employoit encore que le tube de verre pour les expériences de l'*Electricité*, quelques Physiciens ayoient recherché les effets que la matière électrique actuellement en action étoit capable de produire sur le corps humain. Les découvertes furent très-bornées, parce que le frottement du tube ne donnoit pas des résultats d'expériences assez sensibles; mais à peine eut-on substitué le globe de verre au tube, que les merveilles de l'*Electricité* se développèrent plus sensiblement dans une longue suite d'expériences, et parurent dans un plus grand jour. Les aigrettes lumineuses, les torrens de lumière qui sortirent des barres de fer électrisées, répandirent une odeur de phosphore qu'on n'a pas pu méconnoître. La salive lumineuse qui sort de la bouche d'une personne actuellement électrisée, le sang lumineux jaillissant d'une veine ouverte, la terrible commotion, la secousse que fait sentir l'étincelle foudroyante dans l'expérience de *Leyde*; ces faits principaux, sans parler des autres, firent conclure que le corps humain étoit un des plus amples magasins de matière électrique; que cette matière y étoit, comme dans les autres corps, d'une mobilité étonnante; qu'elle y étoit capable d'une inflammation générale et subite ou d'une sorte d'explosion; qu'étant ainsi mise en action, elle parcouroit en un instant les plus petits canaux; qu'elle devoit par conséquent produire des changemens sur le fluide nerveux; et on a même soupçonné que la matière de ce fluide, contenue dans les nerfs des animaux, est de nature électrique. D'ailleurs l'idée que fournit le fourmillement produit dans les parties électrisées, a donné lieu à tenter quelque chose pour rendre l'*Electricité* utile à la médecine.

On s'est donc déterminé à appliquer le globe électrique à la médecine; on a tenté de guérir les paralytiques. L'abbé *Nollet*, avec *de Lassone*, de l'Académie des Sciences, ont les premiers tenté ces expériences : leur exemple a été bientôt suivi par *Morand* et d'autres habiles Physiciens.

On fit d'abord subir la commotion de *Leyde* plu-

sieurs fois et plusieurs jours de suite à différentes personnes de l'un et de l'autre sexe. Dans quelques-unes la commotion parut ne se faire que peu-à-peu, et par gradation, dans les parties paralysées; d'autres la sentirent dès la première expérience : presque tous eurent des douleurs sourdes et une espèce de fourmillement dans les organes paralysés, plusieurs jours après que les expériences furent faites; mais aucun ne fut guéri à Paris.

Dans ce temps *le Cat*, chirurgien de Rouen, fit part à l'Académie des Sciences, dont il étoit correspondant, de la guérison d'un paralytique qu'il avoit électrisé. Le fait parut surprenant, et l'on pensa qu'il pourroit bien y avoir quelques circonstances dans certaines paralysies d'où dépendroit le succès de l'*Electricité*.

Louis soutint, à-peu-près dans le même temps, que l'on ne pouvoit guérir la paralysie par le moyen du globe électrique.

Jallabert, habile professeur de physique à Genève, communiqua à l'Académie des Sciences, dont il étoit correspondant, un fait des plus étonnans. C'est la guérison presque totale d'un bras paralytique et atrophié depuis plus de dix ans. *Jallabert*, instruit des tentatives peu heureuses qu'on avoit faites à Paris et en divers autres lieux, en communiquant simplement aux malades la commotion de *Leyde* comme elle se fait ordinairement, voulut s'y prendre d'une autre manière. Il électrisa fortement son paralytique; et de toutes les parties de la peau qui répondent aux différens muscles moteurs de l'avant-bras et du bras, il tira successivement un grand nombre d'étincelles. Dès les premiers jours le malade commença à remuer les doigts et à faire quelqu'autre mouvement. Les expériences ayant été continuées tous les jours de la même manière, la liberté et l'étendue des mouvemens de tout le bras paralytique augmentèrent par gradation et assez rapidement; mais, ce qui surprit le plus, ce fut de voir ce bras, qui depuis long-temps étoit atrophié et en partie desséché, reprendre nourriture, grossir et redevenir presque semblable au bras sain : alors on observa qu'en tirant les étincelles sur les différens

muscles de ce bras paralytique, il y paroissoit en même temps une agitation involontaire dans les fibres, une espèce de mouvement vermiculaire ou comme un petit mouvement convulsif. Enfin le malade fut électrisé jusqu'à ce qu'il pût porter la main au chapeau, l'ôter de dessus sa tête et l'y remettre, et soulever encore certains corps pesans.

Le fait publié par *Jallabert* étoit trop authentique et trop intéressant pour ne pas mériter beaucoup d'attention; il étoit, ce semble, confirmé par des expériences faites à Montpellier par *de Sauvages*, qui annonçoient le même succès. Mais, comme depuis long-temps on a pris le sage parti de ne pas tirer des inductions trop précipitées, et de ne point annoncer de découvertes, qu'elles ne soient constatées par un grand nombre de faits, l'Académie des Sciences chargea l'abbé *Nollet* de répéter la nouvelle expérience, en suivant la méthode de *Jallabert*. Le comte *d'Argenson*, ministre de la guerre, donna les ordres nécessaires pour que les expériences pussent être faites à l'hôtel des Invalides. Elles y ont été suivies long-temps, et avec beaucoup d'attention, sur un grand nombre de soldats paralytiques, en présence de plusieurs médecins et chirurgiens; mais le résultat n'en a pas été favorable; nulle guérison, pas même aucun effet qui la fit espérer. On a seulement observé ces mouvemens spontanées ou convulsifs dans les différens muscles d'où on tiroit les étincelles; ce qui est toujours un fait très-singulier.

(Les habiles gens, tels que l'abbé *Nollet*, ne sont pourtant pas aisément incrédules sur les ressources de la nature. Comme on mandoit d'Italie de très-belles choses concernant les bons effets de l'*Electricité médicinale*, ce célèbre Académicien conçut le dessein de juger par lui-même de ces prodiges, dont il paroissoit qu'on avoit eu jusqu'alors le privilège exclusif au-delà des Alpes. D'autres raisons littéraires concoururent à faire exécuter ce projet. L'abbé *Nollet* se rendit à Turin, opéra avec *Bianchi*, célèbre médecin de ce pays-là, répéta sur un grand nombre de malades les expériences électriques sans aucun succès marqué: ainsi tous les phénomènes publiés à Turin, en faveur de l'*Elec-*

tricité médicinale, restèrent sans preuve suffisante, et même combattus par un témoignage authentique.

L'abbé *Nollet* étoit comme le député de tout l'ordre des physiciens Français, Allemands, Anglois, de tous ceux, en un mot, qui ne voyoient dans aucune expérience la vertu curative de l'*Electricité*. Il se transporta à Venise, où *Pivati*, le plus célèbre orateur des guérisons électriques, exerce ses talens; le même dont on a vu l'ouvrage *Electricita medica*, traduit en François, auquel tous les bons Zélateurs des nouvelles découvertes avoient fait accueil, parce qu'on ne le soupçonnoit pas d'infidélité ou de broderie surabondante. Il étoit réservé à l'abbé *Nollet* de bien pénétrer le vrai des choses : tout l'attelier de *Pivati* demeura sans action en présence du voyageur français; on n'osa pas même tenter les opérations; et quand on vint à faire mention de la guérison fameuse de l'évêque de *Sebraïco*, il se trouva que le prélat n'avoit jamais été guéri par l'*Electricité*; et quand l'abbé *Nollet* interrogea les personnes du pays sur les merveilles électriques de *Pivati*, il ne se trouva qu'un médecin de ses amis qui pût dire avoir vu quelque chose de réel : d'où il est bien aisé de conclure que l'*Electricité médicinale* n'a pas fort brillé à Venise. Restoit encore *Bologne*, où l'abbé *Nollet* poursuivit ces phantômes de guérison. *Veratti*, médecin de cette ville, et aussi prévenu en faveur de la merveille, conversa de bonne foi avec l'académicien français; et dans ces conférences, le ton affirmatif des livres imprimés sur ce sujet, baissa beaucoup. Il ne resta plus que des doutes et des espérances). Ce qui vient d'être dit, renfermé entre deux crochets, est tiré des *Mémoires de Trevoux*, *Avril* 1751, *Art.* 43.

De l'histoire de tous ces faits connus, il paroît résulter que la médecine ne doit pas se flatter de tirer un grand avantage des nouvelles expériences de l'*Electricité*; on n'est cependant pas en droit d'en conclure l'inutilité absolue; peut-être n'y a-t-il qu'une espèce assez rare de paralysie qui puisse en attendre quelques secours, ou peut-être y a-t-il dans ces maladies quelque circonstance favorable qu'on n'a point encore apperçue, et sans laquelle point de succès. Le peu que l'on en a eu, suffit pour encourager à faire des

nouvelles tentatives, non-seulement dans le cas de paralysie, mais pour plusieurs autres maladies, où la raréfaction des liqueurs du corps humain, leur accélération de vîtesse dans les vaisseaux, l'augmentation de la transpiration insensible, la fonte des humeurs, les vives secousses, ou l'ébranlement des parties solides, pourroient être utiles : car un grand nombre d'expériences semble prouver que tous ces effets sont dus à l'*Electricité* appliquée au corps humain ; et d'ailleurs la matière électrique joue peut-être un plus grand rôle qu'on ne pense dans l'économie animale.

ELECTRIQUE. *Terme de Physique.* Epithète que l'on donne à tout ce qui reçoit ou communique l'électricité. Ainsi on dit *vertu Electrique, matière Electrique, émanations Electriques*, etc. (*Voyez* ELECTRICITÉ).

ELECTRIQUE. (*Amalgame*) (*Voyez* AMALGAME ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Athmosphère*) (*Voyez* ATHMOSPHÈRE ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Attraction*) (*Voyez* ATTRACTION ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Bâton*) (*Voyez* BATON ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Batterie*) (*Voyez* BATTERIE ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Carreau*) (*Voyez* CARREAU ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Cerf-Volant*) (*Voyez* CERF-VOLANT ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Charriot*) (*Voyez* CHARRIOT ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Cohésion*) (*Voyez* COHÉSION ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Convergence*) (*Voyez* CONVERGENCE ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Divergence*) (*Voyez* DIVERGENCE ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Feu*) (*Voyez* FEU ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Fluide*) (*Voyez* MATIÈRE ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Globe*) (*Voyez* GLOBE ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Machine*) (*Voyez* MACHINE ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Matière*) (*Voyez* MATIÈRE ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Odeur*) (*Voyez* ODEUR ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Plateau*) (*Voyez* PLATEAU ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUE. (*Répulsion*) (*Voyez* RÉPULSION ÉLECTRIQUE.)

ELECTRIQUE. (*Tabouret*) (*Voyez* GATEAU).

ELECTRIQUE. (*Tube*) (*Voyez* TUBE ÉLECTRIQUE).

ELECTRIQUES. (*Affluences*) (*Voyez* AFFLUENCES ÉLECTRIQUES).

ELECTRIQUES. (*Courans*) (*Voyez* COURANS ÉLECTRIQUES).

ELECTRIQUES. (*Ecoulemens*) (*Voyez* ECOULEMENS ÉLECTRIQUES).

ELECTRIQUES. (*Effluences*) (*Voyez* EFFLUENCES ÉLECTRIQUES).

ELECTRIQUES. (*Pointes*) (*Voyez* POINTES ÉLECTRIQUES).

ELECTRIQUES. (*Tableaux*) (*Voyez* TABLEAUX ÉLECTRIQUES).

ELECTRISATION. Manière d'électriser les corps, c'est-à-dire, de faire naître en eux cet état qu'on nomme *Electricité*. (*Voyez* ELECTRICITÉ).

Il y a deux manières connues d'électriser les corps. On fait naître en eux l'électricité, 1°. en les frottant, soit avec la main nue, soit avec une peau de chamois, ou avec une étoffe de laine, ou avec un papier gris, soit enfin avec quelqu'autre matière de cette nature: 2°. en approchant fort près d'eux, ou en leur faisant toucher légèrement un corps qui soit récemment électrisé. Nous ne connoissons guère de corps qui ne puisse s'électriser au moins de l'une de ces deux façons: il y en a même quelques-uns qui peuvent s'électriser des deux. Mais, en général, ceux qui s'électrisent le mieux de la première façon, s'électrisent le moins de la seconde;

et au contraire ceux qui s'électrisent le mieux de la seconde façon, s'électrisent le moins de la première. Cette première façon se nomme *Electrisation par frottement :* et la seconde s'appelle *Electrisation par communication.* Il y a fort peu de corps, qui aient assez de consistance pour être frottés, qui ne s'électrisent par frottement; mais ils ne sont pas tous capables d'acquérir par-là le même degré d'électricité. Ceux qui s'électrisent le mieux de cette façon, sont toutes les matières vitrifiées; ensuite le soufre, les résines, les gommes, certains bitumes, la soie, etc. Ceux qui s'électrisent le mieux par communication, sont les corps animés, les métaux parfaits et imparfaits, et l'eau. C'est pourquoi toutes les matières humides, de quelque nature qu'elles soient, s'électrisent très-bien de cette façon.

Maintenant, pour bien entendre comment on fait naître, de l'une ou de l'autre manière, dans les corps, cet état qu'on nomme *Electricité*, il faut concevoir que la *matière électrique* est universellement répandue partout (*Voyez* MATIÈRE ÉLECTRIQUE), qu'elle environne les corps, et qu'elle les pénètre jusque dans leurs parties les plus intimes. Lors donc que l'on frotte un corps, comme, par exemple, un tube ou un globe de verre, un bâton de cire d'Espagne ou de soufre, etc. on met en mouvement et les parties du corps frotté, et la matière électrique qui en remplit les pores. La preuve de cela, c'est que le corps s'échauffe, et la matière électrique s'élance alors sensiblement du dedans au dehors : ce qui suffit pour faire croire que tout est agité. Le corps ainsi frotté, ne s'épuise point par ces émanations continuelles, quelque long-temps qu'elles durent : cela vient de ce que la matière électrique, qui sort de ce corps, est toujours remplacée par une matière semblable, qui vient non-seulement de l'air, mais encore de tous autres corps qui sont dans le voisinage. Cette matière électrique étant, comme nous l'avons dit, universellement répandue partout, doit s'empresser de remplir tous les espaces qui se trouvent vides des parties de son espèce; puisque c'est le propre des fluides de se répandre uniformément, et de se mettre en équilibre avec eux-mêmes. Le corps frotté reçoit donc con-

tinuellement les rayons convergens d'une matière très-subtile, tandis qu'il laisse échapper de toutes parts des rayons divergens d'une pareille matière : il est comme la source de celle-ci, et le terme de celle-là. Et comme l'effluence de l'une occasionne l'affluence de l'autre, le remplacement entretient aussi la durée des émanations. C'est ainsi qu'un corps s'électrise par frottement.

Voyons maintenant comment il s'électrise par communication. Si l'on approche d'un corps, qui est déjà électrisé, un autre corps capable de s'électriser par communication, comme, par exemple, un corps vivant ou un morceau de métal, et convenablement isolé, la matière électrique, qui est en repos dans ce corps, doit se mettre en mouvement, et se porter du dedans au dehors, pour deux raisons. 1°. Parce que tout ce qui avoisine un corps électrisé, lui fournit, par les raisons rapportées ci-dessus, une matière tout-à-fait semblable à celle qui sort de ce corps; et cette matière fournie est celle qu'on nomme *Affluente*. 2°. Parce qu'une partie de cette même matière, qui réside dans le corps qu'on approche du corps électrisé, doit recevoir des impulsions continuelles de la part des rayons *effluens* qui s'élancent de celui-ci. Mais si ce corps approché perd ainsi la matière électrique qui réside en lui, ou il doit s'épuiser en peu de temps, ou bien il faut qu'il reprenne d'ailleurs une matière semblable à celle qu'il perd. Or, on ne peut pas dire qu'il s'épuise; car ces émanations durent autant de temps qu'on veut les exciter. Il reprend donc une matière semblable à celle qu'il perd. Ainsi il lui arrive ce qui arrive en général à tout corps actuellement électrisé : tant que dure l'émanation de la matière intérieure, une pareille matière vient de toutes parts remplacer celle qui sort. Ainsi l'électricité communiquée, comme celle qu'on excite par frottement, consiste toujours dans une *effluence* et dans une *affluence simultanées* de la matière électrique. (*Voyez* EFFLUENCES ÉLECTRIQUES et AFFLUENCES ÉLECTRIQUES).

ÉLECTRISER. C'est faire naître dans un corps cet état qu'on nomme *Electricité*. (*Voyez* ELECTRICITÉ) : c'est lui donner la vertu de produire des phénomènes

électriques, et le mettre en état de communiquer cette même vertu à d'autres corps.

Il y a deux manières connues d'*Electriser* les corps : 1°. en les frottant avec la main nue, ou avec une peau de chamois, ou une étoffe de laine, ou autre corps pareil. 2°. En approchant fort près d'eux, ou en leur faisant toucher légèrement un corps qui soit récemment *électrisé*. (*Voyez* ELECTRISATION.) Les corps que l'on veut électriser de cette seconde manière, doivent être *isolés*, c'est-à-dire, soutenus sur des matières qui ne soient que peu, ou point du tout, électrisables par la même voie. (*Voyez* ISOLER).

La plupart des expériences d'électricité se font en plein air; mais il y en a aussi qu'on sera peut-être bien aise de faire dans le vide. Voici la manière dont on peut s'y prendre pour les exécuter.

Pour *Electriser* dans le vide, il faut établir solidement, sur la platine d'une machine pneumatique, une espèce de pince à ressort, dont les branches, *P*, *P* (*Pl. LXIX, fig.* 3), qui finissent en forme de palettes un peu concaves, sont garnies d'étoffe ou de papier gris, et surmontées d'une petite frange de soie fort claire et un peu longue. On couvre cette pince d'un récipient *R*, dont on cimente le bord sur la platine avec de la cire mêlée de térébenthine, afin d'éviter l'humidité qu'on auroit à craindre, si on se servoit de cuirs mouillés. Ce récipient doit être ouvert en sa partie supérieure *S*, en forme de goulot et garni d'une virole de cuivre *V*, au milieu du fond de laquelle doit être une vis intérieure ou écrou, propre à recevoir la vis d'une boîte ronde *B* de même métal, entre le couvercle et le fond de laquelle il y a plusieurs rondelles de cuirs gras. Le tout est traversé par une tige de métal *T*, bien cylindrique et bien unie, qui peut glisser selon sa longueur, et tourner dans les cuirs, sans que l'air puisse passer du dehors au-dedans du récipient. A l'extrémité de cette tige, qui se trouve dans le récipient, on fixe une boule *G* de soufre, de cire d'Espagne ou d'ambre, ou bien on y attache un petit globe de verre, que l'on fait embrasser par les deux palettes de la pince à ressort. A l'autre extré-

mité de la tige, qui est au-dehors du récipient, on fixe une bobine de bois *C*, sur laquelle on fait tourner deux fois la corde d'un archet *A*, au moyen duquel il est aisé de faire tourner, autant qu'on le veut, la boule *G* dans la pince garnie.

Si l'on avoit une machine pneumatique semblable à celle dont nous nous servons à présent, qu'a imaginée l'abbé *Nollet*, et qui est assortie d'un rouet (*Voyez* MACHINE PNEUMATIQUE), on feroit ces sortes d'expériences plus commodément qu'avec un archet, qu'on ne peut guère faire aller et venir sans ébranler la machine : et la boule *G*, tournant toujours du même sens, s'électriseroit beaucoup mieux.

On pourra, à son choix, et suivant les différentes vues qu'on aura, faire précéder l'évacuation de l'air du récipient, ou le frottement du corps qu'on veut essayer d'électriser. On connoîtra si ce corps est électrique, lorsqu'après l'avoir fait tourner pendant quelque temps dans la pince, on soulevera la tige *T* qui le porte, pour le dégager de cette pince, et qu'on l'arrêtera auprès de la petite frange, dont nous avons dit que les palettes de la pince doivent être surmontées. Si le corps en attire ou en repousse les fils, cela prouvera qu'il est électrique.

On peut encore garnir d'un robinet à air *r* bien exact, le petit globe de verre que l'on destine à ces expériences, afin de l'appliquer lui-même à la machine pneumatique, et le vider d'air. Il peut y avoir des occasions où l'on sera bien aise de comparer les effets de ce petit globe évacué ou plein, dans le vide ou en plein air.

Il peut aussi y avoir des cas où l'on voulût essayer d'*électriser* un globe plein d'air condensé. Il y a des moyens pour cela, mais qui sont bien sujets à apporter quelque changement aux résultats. Car en faisant entrer de l'air dans le globe avec une pompe foulante, on doit être sûr qu'on n'y fait pas entrer un air pur, mais un air chargé de vapeurs grasses et d'humidité, qui jeteront sans doute de l'incertitude sur le résultat de l'expérience. *Dufay* s'est servi pour cela d'un moyen, ingénieux à la vérité, mais qui n'ôte pas tout scru-

pule. Il a condensé l'air d'un tube, en l'adaptant à un gros éolipyde, qui ne contenoit que de l'air, et qu'il faisoit chauffer fortement. Est-il sûr que, par ce procédé, il n'ait fait entrer dans le tube aucune exhalaison ou vapeur capable de causer ou de partager l'effet, qu'il a attribué à la seule condensation de l'air? c'est, je crois, ce dont on pourroit douter.

ÉLECTROMÈTRE. Instrument propre à mesurer les différens degrés de la vertu électrique dans les corps. Un instrument qui mériteroit le nom d'*Electromètre*, seroit celui qui seroit propre, non-seulement à nous indiquer si un corps est actuellement électrique, mais de combien il l'est plus qu'un autre, ou plus qu'il ne l'a été lui-même dans un autre temps, ou dans des circonstances différentes : en un mot, ce seroit celui qui seroit propre à nous apprendre quel est le degré absolu de l'électricité d'un corps.

Il y a long-temps que l'on cherche un pareil instrument, sans pouvoir encore se flatter de l'avoir trouvé. Le plus ingénieux de ce genre, est celui qui a été imaginé par le chevalier d'*Arcy* et *le Roy*, dont nous donnerons ci-après la description. (*Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, Année* 1749, *page* 63 *et suivant.*) Mais il n'a pas toutes les qualités que l'on desireroit dans un véritable *Electrometre.* Supposons qu'on électrise avec le même globe et dans le même instant deux corps, dont l'un soit plus susceptible que l'autre de recevoir la vertu électrique, l'*Electromètre* du chevalier d'*Arcy* et *le Roy*, pourra bien nous faire remarquer qu'il y a dans l'un plus d'électricité que dans l'autre; mais par cela même, que ces deux corps recevront des degrés de vertu différens, le degré absolu de l'un ou de l'autre, fût-il parfaitement connu, nous demeurerons toujours très-incertains du degré actuel d'électricité, qui appartient au globe, qui est cependant le corps d'où procède cette vertu, et dont l'état seroit le plus intéressant à connoître.

Tout ce qu'on nous a offert jusqu'à présent pour mesurer les différens degrés de force de l'électricité, ne vaut pas mieux que les deux bouts de fil qu'on laisse pendre à côté l'un de l'autre au corps qu'on électrise,

et qui deviennent d'autant plus divergens entr'eux, que le corps auquel ils tiennent, devient lui-même plus électrique. L'angle, plus ou moins ouvert qu'ils forment en s'écartant l'un de l'autre, nous apprend bien que l'électricité est plus forte dans un temps que dans l'autre; mais il ne nous apprend pas quelle est sa force absolue. Pour mesurer la grandeur de cet angle, et comparer entr'eux ces différens degrés d'électricité, l'abbé *Nollet* plaçoit devant les deux bouts de fil, à une distance suffisante, une planche verticale *G* (*Pl. LXVIII*, *fig. 4*), percée d'un trou, vis-à-vis duquel il met une bougie ou une lampe allumée: et en recevant l'ombre de ces fils sur un carton blanc *H*, qu'il élève verticalement et parallèlement au plan que ces fils terminent entr'eux, la bougie et le carton étant bien fixés, il trace sur celui-ci une portion de cercle qui a pour rayons les deux ombres des fils: cet arc, divisé en degrés, sert à juger de leur écartement réciproque, et en conséquence de la force relative de l'électricité. (*Voyez les Mémoires de l'Académie des Sciences, Année* 1747, *page* 130.)

L'*Electromètre* imaginé par *Waitz*, ressemble beaucoup aux deux bouts de fil dont nous venons de parler. Il suspend à deux fils de soie d'égales longueurs *FF* (*fig.* 3), deux lames de métal semblables *LL*, longues de 6 pouces ($16\frac{1}{4}$ centimètres), pesant chacune trois onces (91715 milligrammes), et pendant librement assez près l'une de l'autre, pour se toucher avant qu'on les électrise. Mais si l'on approche au-dessous, et fort près de ces deux lames, un tube de verre *T* bien électrisé, dans l'instant même on voit ces deux corps s'écarter l'un de l'autre, en décrivant deux petits arcs de cercle, qui ont pour rayons la longueur du pendule que chaque lame compose avec son fil de suspension; et leur écartement est d'autant plus grand, que le degré d'électricité, que leur communique le tube, est lui-même plus grand. (*Voyez Traité de l'Electricité et de ses causes, de* Waitz, §. 180 *et suiv.*)

Revenons maintenant à l'*Electromètre* imaginé par le chevalier d'*Arcy* et *le Roy*. En voici la description et l'usage donnés par eux-mêmes.

Dans un grand vase *AB*, plein d'eau (*Pl. LXXXIV*,

fig. 75), on plonge une bouteille *CD* de verre, que les marchands appellent *Œuf philosophique;* à l'extrémité de cette bouteille, on adapte une verge *V* parfaitement cylindrique, d'une ligne ($2\frac{1}{4}$ millimètres) de diamètre, et de 12 pouces (27 millimètres) de long. Le vase *AB* se recouvre d'une plaque de laiton *H* percée d'un grand trou à son centre (qui est aussi celui du vase), afin que la verge puisse passer à travers très-librement. Sur l'extrémité supérieure de la verge, on fait entrer une petite plaque circulaire *L* de laiton de 14 lignes $\frac{1}{6}$ (32 millimètres) de diamètre. L'œuf est plongé dans le vase *AB* (plein d'eau comme je l'ai déjà dit), à une certaine profondeur, qui doit être telle, que l'instrument étant en repos, c'est-à-dire, n'étant pas électrique, l'extrémité inférieure de l'œuf soit fort près du fond du vase, sans cependant y toucher. Pour que l'œuf et la verge soient toujours dans une situation verticale, on met dans le premier du mercure qui sert de lest; par ce moyen, le centre de gravité étant fort bas, le tout se tient perpendiculairement à l'horison, et éprouve, en haussant ou en baissant, le moins de balancement qu'il est possible. Comme cet œuf, s'il n'en étoit empêché, iroit vers le bord du vase, et flotteroit tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, on l'oblige de rester au centre de la manière suivante. Sur la plaque *H*, dont j'ai parlé, on fixe en croix des fils d'argent fort déliés, tels que ceux des micromètres; cette croix est formée par des fils doubles qui laissent entr'eux, au centre de la plaque, un petit espace quarré, qui étant plus grand que le diamètre de la verge, lui permet de monter et de descendre entre ces fils, sans éprouver aucun frottement sensible, et cependant sans s'écarter du centre; il arrive même un effet fort singulier, c'est que, lorsque toute la machine est bien électrique, la verge est contenue au milieu de ces fils presque sans y toucher, parce qu'étant électrique comme eux, elle les évite continuellement.

Après cette description, on imaginera sans peine comment cet instrument fait son effet, surtout si l'on réfléchit sur ce principe d'hydrostatique (*Voyez* HYDROSTATIQUE), qu'un corps plongé dans l'eau surnage ou

s'y enfonce, selon qu'un volume d'eau semblable à celui qu'il occupe, est plus léger ou plus pesant que ce même corps. Il suit de ce principe qu'un volume d'eau égal à celui de l'œuf et de la partie de la verge qui trempe dans l'eau, lorsque le tout est en repos, pèse autant que l'œuf, la petite plaque et toute la verge; conséquemment si le tout s'élève d'un pouce, la puissance qui le soutiendra à cette hauteur, soutiendra un poids égal à un volume d'eau de la grosseur de la verge et d'un pouce de haut, puisque le volume d'eau que l'œuf et la verge occupent alors, est diminué de cette quantité. Si donc différentes puissances le soutiennent à 1, 2, 3, 4 pouces (27, 54, 81, 108 millimètres) etc. de hauteur au-dessus du point de repos; ces puissances seront entr'elles comme ces nombres, c'est-à-dire, doubles, triples, quadruples, etc. Or, l'électricité produit le même effet sur cet instrument, c'est-à-dire, qu'elle fait la fonction d'une puissance qui le soutiendroit à 1, 2, 3, 4 pouces (27, 54, 81, 108 millimètres) etc., au-dessus de son point de repos; on peut donc par son moyen mesurer tous les différens degrés de force de cette vertu. En effet, si l'on suppose pour un moment toute la machine composée du vase *A B* de l'œuf etc., posée comme elle est en *K* dans la *fig.* 76, sur un récipient de verre, ou sur quelqu'autre matière qui ne laisse point passer l'électricité, et que le vase *A B* devienne électrique, la verge *V* le deviendra aussi, comme la plaque *L*. Mais tout le monde sait que les corps électriques se repoussent; ainsi la petite plaque *L* et la verge *V*, étant repoussées par la grande plaque *H*, s'éleveront nécessairement plus ou moins selon que l'électricité sera plus forte ou plus foible. L'électricité fera donc alors, comme je l'ai dit plus haut, la fonction d'une puissance qui soutiendroit l'instrument à une certaine hauteur; et comme ces puissances sont proportionnelles aux hauteurs de l'instrument au-dessus du point de repos, ces mêmes hauteurs seront aussi proportionnelles aux différentes forces électriques; ce qui prouve ce que j'ai avancé, que notre instrument mesure exactement tous les différens degrés de la force électrique. Il est donc un véritable *Electrometre*: mais

il y a plus, cet *Electromètre* peut être employé comme instrument, soit pour faire un grand nombre d'expériences sur l'électricité, soit pour déterminer les loix d'attraction, de répulsion, de diffusion, de transmission, etc. de l'électricité; propriété qui n'est pas moins importante que celle de mesurer la force électrique.

Manière de se servir de cet instrument. Les corps électriques ayant cet inconvénient, qu'on ne peut en approcher sans leur dérober l'*Electricité*, il est clair que si l'on étoit assez près de l'*Electromètre* pour juger de ses mouvemens avec précision, on lui enleveroit l'*Electricité*. Afin donc de parer à cet inconvénient, on place dans une partie de la chambre, où l'on fait ses expériences, une grande lanterne, dans laquelle on met une grosse bougie, qui projette sa lumière par un trou sur un ou deux *Electromètres*, situés comme on le voit en *K* dans la *fig.* 76. Derrière ces *Electromètres* on fixe un cadre *Q* très-solide, dont toute la partie *X* est de bois; elle peut être de toute autre matière opaque. Dans ce cadre, on fait deux ouvertures rectangulaires ou fenêtres *FT*; on met dans ces fenêtres des glaces *G G*, qui ne sont qu'adoucies, et sur ces glaces on marque des divisions très-précises avec de l'encre de la Chine bien noire.

Il faut que ce cadre soit toujours placé de façon que la projection des *Electromètres* tombe sur ces glaces; et au moyen de la figure conique qu'on donne à l'extrémité de la verge, elle y forme une ombre très-nette. Comme ces glaces sont transparentes, l'observateur placé derrière en *F* voit, de la manière la plus distincte, toutes les différentes élévations de l'*Electromètre*, et est par-là en état de juger, avec la dernière précision, de toutes ces variations. Le plan du cadre étant supposé perpendiculaire à l'horizon, et l'*Electromètre*, ou plutôt sa verge, haussant et baissant dans un plan parallèle, il est évident que l'élévation et l'abaissement de l'ombre sont toujours proportionnels à ceux de l'*Electromètre*. On sent facilement que le cadre que je viens de décrire pourroit n'avoir qu'une fenêtre; mais l'*Electromètre* pouvant aussi servir d'instrument, comme je

l'ai dit, il est à propos qu'il y en ait deux, afin que l'*Electromètre* véritable, et celui qui ne sert que d'instrument, étant plus près, on puisse les observer plus commodément : au reste, l'intervalle entre l'un et l'autre, doit être tout au moins de 30 pouces (8 à 9 décimètres).

On voit, par la construction de cet *Electromètre*, qu'il a les propriétés essentielles à un instrument de cette espèce; car 1°. la force électrique étant très-foible, il faut un instrument très-mobile et fort sensible; aussi un poids de 8 grains (425 milligrammes) posé sur la petite plaque le fait-il baisser de plus de 4 pouces (108 millimètres).

La force *électrique* étant fort changeante, il faut un instrument, lequel n'agissant pas par saut, soit en état de donner à chaque instant ses variations; et celui-ci tendant toujours au repos, et n'étant soutenu hors de cet état que par la répulsion des plaques, il baisse au même instant que cette répulsion diminue, et hausse de même aussitôt qu'elle augmente. C'est un fait dont des expériences sans nombre nous ont assurés *d'Arcy* et moi.

Enfin il est universel; car on voit que le véritable *Electromètre* est la verge cylindrique *V*, qui détermine par le nombre de ses parties élevées au-dessus du point de repos la quantité de la force électrique. Or, il n'est pas difficile d'avoir une verge cylindrique d'une ligne ($2\frac{1}{4}$ millimètres), de diamètre. Il est vrai que le diamètre de la petite plaque *L* et sa distance à la grande *H*, au point de repos, peuvent produire quelques différences dans la répulsion, mais il est facile d'observer toutes ces proportions; de sorte que tout le monde pourra faire un *Electromètre* qui s'élèvera de la même quantité pour la même force *électrique*; propriété qui me paroît une des plus remarquables de cet instrument, et qui est une de celles qui y est le plus à desirer, comme je l'ai remarqué ci-dessus.

On objectera peut-être que la différente densité de l'eau dans les différens climats, formera un obstacle à cette universalité. Il est clair cependant que toutes les fois que l'on fera une verge qui descendra de 4 pouces (108 millimètres), pour 8 grains (425 milligrammes),

on aura un *Electromètre* qui indiquera, à très-peu-près, les mêmes degrés de la force électrique que le nôtre; car, quoique dans un pays chaud une pareille verge fût un peu plus repoussée, puisqu'elle seroit plus grosse que la nôtre, ce seroit d'une quantité si peu considérable, que cette répulsion ne pourroit entrer en comparaison avec celle de la plaque.

Enfin on pourra alléguer encore que les différentes positions de l'*Electromètre*, par rapport au cadre et à la lanterne, changeront ses élévations apparentes; mais il est toujours facile d'avoir le rapport de ces élévations par la méthode suivante. Ayant placé l'*Electromètre* et arrangé le tout comme pour faire des expériences, chargez la petite plaque de cet instrument de 8 grains (425 milligrammes), par exemple, et voyez de combien de degrés son ombre descend en conséquence sur le cadre; la somme de ces degrés comparée à celle qu'un même poids aura fait parcourir à l'ombre d'un autre *Electromètre*, sur lequel on aura fait la même expérience, donnera le rapport précis de leurs élévations.

D'après cette description de l'*Electromètre*, et de la manière de s'en servir, il pourra paroître à quelques personnes d'un usage peu commode par les diverses attentions qu'il exige et par la nécessité où l'on est d'obscurcir le lieu où l'on fait ces expériences, pour pouvoir juger de ses élévations et de ses abaissemens; mais si l'on fait attention à la nature de l'*Electricité*, et à l'impossibilité d'observer de près, comme je l'ai dit, les divers mouvemens des corps *Electriques*, on verra que, si cet instrument a quelque chose d'embarrassant dans son usage, c'est en quelque façon une suite nécessaire de la nature de la force *Electrique* qu'il doit mesurer.

ELECTROPHORE. *Terme d'électricité.* Instrument composé de deux plaques rondes de métal, dont l'une est enduite, d'un côté seulement, d'une couche de matière résineuse; et l'autre est attachée à des cordons de soie ou à une tige de verre au moyen desquels on peut l'isoler. Cet instrument a été imaginé par *Volta*, qui l'a nommé *Electrophore*, parce qu'il conserve pendant un

très-long temps, l'électricité qu'on lui a donnée, et qu'à chaque fois qu'on l'éprouve pendant ce temps-là, il donne des marques de cette vertu. En effet, qu'on frotte avec la main sèche, ou mieux encore avec une peau de lièvre du côté du poil, la couche de résine qui est sur la plaque de métal : qu'on pose dessus cette couche de résine l'autre plaque de métal, en la touchant avec la main : et que tout de suite on l'enlève, au moyen des cordons de soie, on en tire une étincelle, en y présentant la main. Si l'on met de nouveau cette plaque de métal sur la couche de résine, et qu'on l'enlève comme la première fois, on en tire une nouvelle étincelle : et l'on peut ainsi recommencer 50, 100 ou 200 fois et même davantage. Si on laisse cette plaque de métal sur la couche de résine, dans un endroit quelconque, mais hors de portée de l'humidité, plusieurs mois après on y trouvera encore des signes d'électricité, sans qu'il soit besoin de nouveaux frottemens.

La construction de cet instrument paroit fondée sur une expérience qu'a faite *l'Abbé Nollet*, et que voici. Il a formé un cône de cire d'Espagne, en le moulant dans un verre à boire un peu chauffé et légèrement enduit d'huile intérieurement ; quand ce cône a été refroidi et détaché de son moule, il l'a électrisé en le frottant avec la main, et l'a ensuite couvert avec le verre dans lequel il avoit été moulé. Il l'a laissé, sans y toucher, pendant huit ou neuf mois ; au bout duquel temps il lui a encore trouvé des signes d'électricité. (*Voyez* ELECTRICITÉ).

ELEMENTAIRE. Epithète que l'on donne à ce qui appartient aux élémens, ou à ce qui en procède. (*Voyez* ELÉMENS).

ELEMENS. *Terme de physique.* Etres simples, absolument indécomposables, et dont on prétend que tous les autres êtres sont composés. Les anciens physiciens comptoient quatre *Elémens*, savoir : *le Feu, l'Air, l'Eau* et *la Terre* ; mais ces substances sont-elles réellement des *Elémens* ? Ne peut-on pas les décomposer ? ne les a-t-on pas déjà décomposées ? c'est ce qu'il faut examiner.

Le *Feu*, ce fluide qui pénètre tous les corps et qui

en occasionne l'embrasement, si, comme le pensent les physiciens, il est la même matière que celle qui nous éclaire, on ne peut pas dire que ce soit un être simple, puisque cette matière est composée de rayons si différens les uns des autres, par leur degré de réfrangibilité, et par les couleurs qu'ils nous font sentir. Le *feu* n'est donc pas un *Elément*, à moins qu'on ne prétende que chacun de ses rayons est une espèce particulière d'*Elément*, dont lui-même est le genre. En effet, chacun des rayons de lumière, pris séparément, paroît être un être simple et indécomposable.

L'*Air*, ce fluide que nous respirons, en faisant même abstraction de toutes les vapeurs et exhalaisons qui s'y trouvent mêlées, n'est point un être simple, comme on l'avoit cru : cela est bien prouvé aujourd'hui. Il est composé d'un fluide très-propre à la respiration, appelé *Air pur* (*Voyez* AIR PUR), et d'un autre fluide connu sous le nom de *Gaz azotique*, qui n'est nullement propre à cette fonction (*Voyez* GAS AZOTIQUE). *L'Air* n'est donc point un *Elément*, à moins qu'on ne regarde la partie respirable comme l'*Air élémentaire*; encore n'est-ce pas un être simple. Les deux fluides qui constituent l'*Air* que nous respirons sont eux-mêmes des êtres composés.

L'*Eau* n'est pas non plus un être simple; on la décompose et recompose à son gré : il est bien prouvé qu'elle est composée de deux substances distinctes, l'oxigène et l'hydrogène (*Voyez* EAU) : ainsi *l'eau* n'est point un *Elément*.

Les *Terres*, telles que nous les trouvons, sont mélangées de différentes substances; elles ont des propriétés très-différentes les unes des autres : elles ne sont donc point des êtres simples, ni par conséquent des *Elémens*. Il est cependant vrai que les chimistes, en analysant les terres, en ont rencontré quelques-unes qui paroissent simples et indécomposables, et qui peuvent être regardées comme *Elémens* : on en compte jusqu'à huit de cette espèce.

Si donc les substances que les anciens ont regardées comme *Elémens* n'en sont pas réellement, il est très-probable qu'il y en a d'autres qui sont de vrais *Elémens*; mais il est probable aussi que nous ne les connoissons

pas toutes. Les substances qu'on peut regarder comme *Elémens*, et qui sont pour nous entièrement indécomposables, sont le calorique pur, l'oxigène, l'azote, l'hydrogène, le carbone, le soufre, le phosphore, les radicaux de l'acide muriatique, de l'acide fluorique, et de l'acide boracique; et parmi les terres, la chaux, la magnésie, la baryte, l'alumine, la silice, la strontiane, la zircône et la glucine. (*Voyez tous ces mots.*) Toutes ces substances se combinent entr'elles et avec d'autres substances, pour former des composés.

ELEMENS D'UNE PLANETE. On appelle ainsi les articles principaux de sa théorie : tels sont sa longitude; celle de son aphélie; celle de son nœud; les mouvemens annuels de tous trois; l'inclinaison et l'excentricité de son orbite; ses distances à son astre central; sa révolution périodique; sa révolution synodique ou le retour de ses conjonctions, *etc.* On trouvera toutes ces choses à l'article de chaque planète, ainsi qu'au mot général *Planète*. (*Voyez* PLANÈTE).

ELEVATION. *Terme de physique.* Mouvement d'un corps qui va de bas en haut, ou action par laquelle un corps s'éloigne continuellement du centre de la terre.

Les Péripatéticiens attribuent l'*Elévation* spontanée des corps à un principe de légèreté qui leur est inhérent. (*Voyez* LÉGÈRETÉ).

Les modernes nient qu'il y ait une légèreté spontanée, et prouvent que tout ce qui monte, le fait en vertu de quelqu'impulsion extérieure. C'est ainsi que la fumée et d'autres corps raréfiés montent dans l'athmosphère, et que l'huile, les bois légers s'élèvent au-dessus de l'eau, non pas par quelque principe intérieur de légèreté, mais par l'excès de pesanteur des parties du milieu où ces corps se trouvent. (*Voyez* PESANTEUR, MILIEU, ATHMOSPHÈRE, FLUIDE, *etc.*)

L'*Elévation* des corps légers dans un milieu pesant est produite de la même manière que l'élévation du bassin le plus léger d'une balance : ce n'est pas que ce bassin ait un principe intérieur par lequel il tende immédiatement en haut, mais il y est poussé par la force du contre-poids de l'autre bassin, l'excès du poids de l'un produisant cet effet par l'augmentation de sa tendance

en en-bas. *Voyez ceci plus approfondi ou éclairci aux articles* PESANTEUR SPÉCIFIQUE, FLUIDE, BALANCE HYDROSTATIQUE, *etc.*)

ELEVATION DES CORPS SUR DES PLANS INCLINÉS. (*Voyez en les loix à l'article* PLAN INCLINÉ).

L'*élévation* ou *l'ascension des fluides* s'entend particulièrement de l'action par laquelle ils montent au-dessus de leur propre niveau entre les surfaces des corps qui approchent fort d'être contigus, ou dans les tuyaux de verres capillaires, ou dans les vaisseaux remplis de sable, de cendre ou d'autres semblables substances poreuses. (*Voyez* FLUIDE).

Cet effet arrive aussi bien dans le vide qu'en plein air, dans les tubes recourbés que dans les droits : quelques liqueurs, comme l'esprit-de-vin, et l'huile de térébenthine, montent plus vîte que d'autres liqueurs ; et quelques-unes s'élèvent d'une manière différente des autres. Le mercure ne s'élève point du tout au-dessus de son niveau, au contraire, il descend au-dessous. On a parlé plus au long du phénomène des tuyaux capillaires et de ses causes à *l'article* TUYAU CAPILLAIRE.

A l'égard des plans, deux plaques de verre, de métal, de pierre ou d'autre matière, bien unies et bien polies, étant disposées de manière qu'elles soient presque contigues, elles produiront l'effet de plusieurs tubes capillaires parallèles, et les fluides s'élèveront entre ces plans de la même manière que dans les tubes. On peut dire la même chose d'un vaisseau rempli de sable *etc.* ; la multitude des petits interstices dont il est parsemé, forme, pour ainsi dire, un amas de tuyaux capillaires : c'est le même principe qui a lieu dans tous ces cas, et c'est vraisemblablement à cette même cause que l'on doit attribuer l'ascension de la sève dans les végétaux.

ELEVATION DU POLE. (*Arc d'*) (*Voyez* ARC D'ÉLÉVATION DU POLE).

ELLIPSE. Ligne courbe rentrante sur elle-même, qui a deux axes, un grand et un petit, et deux points pris sur le grand axe, que l'on appelle *Foyers*, et qui est telle que deux lignes droites tirées de ses deux foyers à un même point quelconque de la circonférence, égalent ensemble le grand axe. Soit la courbe *AMBaMbA*

(*Pl.*

(*Pl. II, fig. 2*); cette courbe est une *Ellipse*, dont la ligne *Aa* est le grand axe; la ligne *Bb* le petit axe; le point *C*, le centre; les deux points *F*, *f*, pris sur sur le grand axe, les deux foyers; et dans laquelle les deux lignes *BF* et *Bf*, ou les deux lignes *MF* et *Mf*, ou les deux lignes *Bf* et *bf*, tirées des deux foyers à un même point de la circonférence, égalent ensemble le grand axe *Aa*.

Cela est évident par la construction; car si l'on attache sur un plan les deux bouts d'un fil *FMf* en deux points *F*, *f*, dont la distance *Ff* soit moindre que la longueur du fil; et qu'on se serve d'un style *M* pour tenir ce fil toujours tendu, en conduisant ce style autour de ces deux points, en sorte qu'il revienne au même point d'où il étoit parti, ce style décrira dans ce mouvement une ligne courbe, qui sera une *Ellipse*. Or il est évident qu'en quelque point de la circonférence que se trouve le style *M*, les deux lignes tirées de ce point aux deux foyers *F*, *f*, sont représentées par la longueur du fil qui est toujours la même; donc la somme de ces deux lignes est toujours la même, de quelque point de la circonférence qu'elles soient tirées, aux deux foyers *F*, *f*. Il n'est pas moins évident que la somme de ces deux lignes est toujours égale au grand axe *Aa*; car lorsque le style *M* est en *A*, il est visible que *MF* devient *AF*, et que *Mf* devient *Af*: de même lorsque le style *M* est en *a*, il est encore visible que *Mf* devient *af*, et que *MF* devient *aF*, ou *af* plus *fF*: donc la somme des lignes *Mf*, plus *MF*, est égale à 2 fois *af*, plus *Ff*. Mais, comme l'on voit, *af* égale *AF*: donc la somme des lignes *Mf*, plus *MF*, est égale à la somme des lignes *af*, plus *fF*, plus *AF*, qui est la longueur du grand axe.

Toutes les lignes droites tirées d'un point de la circonférence à l'autre, en passant par le centre *C*, sont des diamètres de l'*Ellipse*.

L'*Ellipse* est une des sections coniques, c'est-à-dire, que c'est la figure qu'on obtient en coupant un cône par un plan qui soit oblique à l'axe et aux deux côtés du cône, mais de manière que la section passe par les deux côtés du cône.

L'aire de l'*Ellipse* est égale à l'aire d'un cercle dont le diamètre est moyenne proportionnelle entre le grand et le petit axe de l'*Ellipse*.

Kepler a découvert que les Planètes se meuvent dans des courbes de cette espèce, c'est-à-dire, que chaque Planète décrit dans son mouvement une *Ellipse*, dont un des foyers est occupé par son astre central. Ainsi les sept Planètes primitives et les Comètes décrivent autour du Soleil des *Ellipses*, dont un des foyers est occupé par le Soleil. La Lune décrit autour de la Terre une *Ellipse*, dont un des foyers est occupé par la Terre. Les Satellites de Jupiter décrivent autour de Jupiter des *Ellipses*, dont un des foyers est occupé par Jupiter. Enfin les Satellites de Saturne décrivent autour de Saturne des *Ellipses*, dont un des foyers est occupé par Saturne, ect.

C'est encore selon cette courbe qu'on construit des voûtes acoustiques, dont la propriété est, qu'en parlant à voix basse dans un des foyers, ceux qui se trouvent dans l'autre foyer, entendent distinctement ce que l'on dit, tandis que les personnes, qui sont entre les deux foyers, n'entendent rien. (*Voyez* VOUTE ACOUSTIQUE *et* CABINETS SECRETS).

ELLIPTIQUE. Epithète que l'on donne à tout ce qui est formé par l'Ellipse, ou à tout ce qui tire son origine de l'Ellipse. Ainsi les planètes, qui se meuvent dans des Ellipses, sont dites avoir un mouvement *Elliptique*. (*Voyez* ELLIPSE).

ELONGATION D'UNE PLANETE. Angle sous lequel nous voyons la distance d'une planète au Soleil, cet angle étant réduit au plan de l'Ecliptique : ou bien c'est la différence entre le lieu vrai du Soleil, et le lieu de la planète proposée.

La plus grande *Elongation* de *Vénus*, ne peut être que de 47 degrés 48 minutes; et celle de *Mercure*, de 28 degrés 31 minutes. C'est pourquoi nous voyons si rarement cette dernière planète : sa grande proximité au soleil, nous empêche de l'appercevoir.

EMANATION. *Terme de Physique.* Acte par lequel les substances volatiles abandonnent, en s'évaporant,

les corps anxquels elles appartiennent, ou du moins auxquels elles sont adhérentes.

On donne encore le nom d'*Emanation* aux substances mêmes qui s'évaporent.

Il est certain qu'il sort de pareilles *Emanations* des corps qui nous environnent; par exemple, que les plantes et les animaux transpirent, que les fluides s'évaporent: personne ne doute non plus que les corps odoriférans n'envoient continuellement des *Emanations*, et que ce ne soit par le moyen de ces *Emanations*, qu'ils excitent en nous la sensation de l'odeur. (*Voyez* ODEURS).

Il y a des corps qui envoient des *Emanations* continuelles, sans perdre sensiblement, ni de leur volume, ni de leur poids, comme la plupart des corps odoriférans: la perte qu'ils souffrent par l'émission continuelle de ces *Emanations*, est peut-être réparée par la réception d'autres *Emanations* semblables de corps de même espèce, répandus dans l'air.

Ces *Emanations* opèrent avec beaucoup d'efficacité sur les corps qui sont dans la sphère de leur activité; c'est ce que prouve *Boyle*, dans un traité qu'il a fait exprès, sur la *subtilité* des *Emanations*. Il y fait voir, 1°. que le nombre des corpuscules qui forment ces *Emanations*, est prodigieusement grand; 2°. qu'ils sont d'une nature fort pénétrante; 3°. qu'ils se meuvent avec une grande vîtesse, et dans toutes sortes de directions; 4°. qu'il y a souvent une ressemblance; et d'autres fois au contraire une différence surprenante du volume et de la forme de ces *Emanations* aux pores des corps dans lesquels ils pénètrent, et sur lesquels ils agissent; 5°. qu'en particulier dans le corps des animaux, ces *Emanations* peuvent exciter de grands mouvemens dans la machine, et produire par-là de grands changemens dans l'économie animale; enfin qu'elles ont quelquefois, pour ainsi dire, la faculté de tirer du secours dans leurs opérations, des agens les plus universels que nous connoissions dans la Nature, comme de la gravité, de la lumière, du magnétisme, de la pression de l'athmosphère, etc.

Les *Emanations* peuvent s'étendre à de grandes distances. En voici une preuve, qui, selon quelques au-

teurs, est d'un grand poids. Nos vins deviennent troubles dans les tonneaux, précisément au même temps où les raisins se trouvent à leur degré de maturité, dans les pays éloignés, d'où le vin nous a été apporté; mais cette preuve ne paroît pas fort convaincante : car, ne pourroit-on pas dire que c'est l'air qui cause cette fermentation, sans avoir recours à des particules qui s'échappent des corps qui fermentent? Une des meilleures preuves qu'on puisse apporter de la distance, à laquelle s'étendent les *Emanations*, c'est qu'on reçoit, en plusieurs cas, les *Emanations* odoriférantes à la distance de plusieurs lieues. De plus, on prouve encore par plusieurs observations, que la plupart des *Emanations* retiennent la couleur, l'odeur, et les autres propriétés et effets des corps d'où elles proviennent; et cela après même qu'ils ont passé par les pores d'autres corps solides. C'est ainsi que les *Emanations* magnétiques pénètrent même les corps les plus solides, sans souffrir aucune altération dans leur nature, ni rien perdre de leur force.

Plusieurs auteurs, à la tête desquels est *Newton*, veulent que la lumière soit produite par une *Emanation* de corpuscules qui s'élancent du corps lumineux. Si ce système, qui est appuyé sur des preuves très-fortes, étoit vrai, il serviroit à prouver combien les *Emanations* peuvent être subtiles, et à quelles distances énormes elles peuvent s'étendre. *Voyez* LUMIÈRE *et* EMISSION. *Voyez aussi* sur les *Emanations* en général, les *articles* ODEURS, VAPEURS, TRANSPIRATION, EXHALAISON, ATHMOSPHÈRE, etc.

EMANATIONS. *Terme d'Electricité.* Ce sont ces impressions que l'on ressent sur la main ou sur le visage, lorsqu'on les approche d'un corps actuellement électrisé. Ces impressions sont à-peu-près semblables à celles que pourroit faire sentir du coton légèrement cardé, ou une toile d'araignée qu'on rencontreroit flottante en l'air.

Ces impressions sont dues à l'action de la matière électrique effluente, qui sort du corps électrisé sous la forme de rayons divergens : c'est pourquoi elles sont d'autant plus sensibles qu'on approche davantage du

corps électrisé : car cette matière a d'autant plus de densité et de vîtesse, qu'elle s'est moins éloignée du lieu de son éruption.

On peut sentir les mêmes *Emanations*, en présentant la main à un corps non-électrisé, mais qui avoisine d'assez près un autre corps actuellement électrique ; pourvu que ce corps non-électrisé, soit de la nature de ceux qui s'électrisent aisément par communication, et qu'on y présente la main devant le côté qui est tourné vers le corps électrisé ; car ce corps non-électrisé, fournit continuellement une matière affluente à l'autre corps, tout le temps que dure son électricité.

Si donc on n'avoit égard qu'à ce signe d'électricité, et qu'on ne vît pas l'appareil, au moyen duquel on communique la vertu électrique, il seroit difficile de déterminer sur lequel des deux le globe agit immédiatement ; et par conséquent aussi difficile de déterminer lequel des deux est actuellement électrique, si l'on prétend qu'il n'y ait que celui sur lequel le globe agit immédiatement qui le soit. Mais je crois qu'il faut convenir, que tous deux sont actuellement électriques ; puisque tous deux produisent le même phénomène d'électricité. *(Voyez* CONDUCTEUR).

EMBOLISMIQUE. *(Mois)* Nom que l'on donne au treizième mois que l'on intercale dans l'année lunaire, afin de conserver le commencement de cette année toujours dans la même saison. *(Voyez* MOIS EMBOLISMIQUE, *et* CYCLE LUNAIRE).

EMERAUDE. Pierre précieuse transparente, et dont la couleur est d'un vert plus ou moins foncé : celles qui sont d'un vert clair sont les plus estimées. L'*Emeraude du Pérou* crystallise en prisme hexaèdre régulier, terminé à chacune de ses extrémités par un plan hexagone. Sa dureté est un peu inférieure à celle du grenat et du béril ; une lime bien trempée a un peu de prise sur elle. Elle résiste à la violence du feu sans s'y fondre, et y conserve sa couleur : cependant quand elle est fortement échauffée, elle paroît bleue, et garde cette couleur tant qu'elle est pénétrée par le feu ; mais elle reprend, en se refroidissant, la couleur verte qui lui est naturelle ; et alors elle a la propriété phospho-

rique. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée, comme 27755 est à 10000. Cette pierre cause aux rayons de lumière une double réfraction.

Suivant *Bergmann*, qui en a fait l'analyse, 100 parties d'*Emeraude* en contiennent 24 de silice, 60 d'alumine, 8 de chaux, et 6 de fer.

Les *Emeraudes* sont d'un prix tout-à-fait inégal; car, à égalité de poids, une se vendra quelquefois dix fois plus cher qu'une autre; c'est la couleur, et la pureté qui mettent cette différence. Le prix de l'*Emeraude* n'augmente point ordinairement à proportion de sa grandeur; parce qu'il est très-rare que de grandes *Emeraudes* soient pures et sans défaut. Si cependant elles se trouvoient telles, alors leur prix augmenteroit proportionnellement à leur grosseur, et à leur poids.

EMERSION. *Terme d'Astronomie.* On entend par *Emersion*, dans les Eclipses totales, le moment où un astre commence à sortir de l'ombre de celui qui l'a éclipsé. Et l'on appelle *Emersion totale*, le moment où l'Astre est entièrement sorti de l'ombre.

EMERSION. *Terme de Physique.* Elévation de quelque corps solide, au-dessus de la surface d'un fluide, qui est devenu, ou qui étoit déjà spécifiquement plus pesant que lui, et dans lequel il avoit été jeté ou plongé avec force.

C'est une des loix connues de l'Hydrostatique, qu'un corps solide, étant enfoncé avec force dans un fluide plus pesant, fait effort immédiatement après pour remonter; et cela avec un degré de force égal à l'excès du poids d'un pareil volume de fluide, sur le poids du solide même; par exemple, un solide étant plongé dans un fluide d'une gravité spécifique double de la sienne, il remontera avec une force égale, à la moitié de celle avec laquelle il descendroit dans l'air libre, ou dans le vide; et il remontera jusqu'à ce que la moitié de son volume soit hors du fluide, ou au-dessus de sa surface: car, en cet état, sa partie submergée occupera la place d'une portion de fluide, d'une pesanteur égale à celle du corps entier, et par conséquent, la colonne dans laquelle se trouve ce corps, sera en équilibre avec les colonnes adjacentes. (*Voyez* FLUIDE, HYDROSTATIQUE,

PESANTEUR SPÉCIFIQUE, ARÉOMÈTRE, BALANCE HYDROSTATIQUE).

EMISSION. *Terme de Physique.* Action par laquelle un corps lance ou fait sortir hors de lui des particules de sa propre substance, ou de quelqu'autre substance qui lui est unie. C'est la même chose qu'*Emanation.* (*Voyez* EMANATION).

C'est une grande question en Physique, et sur laquelle on n'est pas d'accord, que de savoir si la propagation de la lumière se fait par pression ou par *Emission*, c'est-à-dire, si elle se communique à nos yeux par l'action du corps lumineux, sur un fluide permanent entre lui et nous, ou par l'*Emission* des particules de la propre substance du corps lumineux lui-même jusqu'à notre organe. (*Voyez* PROPAGATION DE LA LUMIÈRE).

ENCLUME. On a donné ce nom à un des quatre osselets qui se trouvent renfermés dans la *Caisse du Tambour.* (*Voyez* CAISSE DU TAMBOUR, *et* OREILLE). L'*Enclume b* ou *B* (*Pl. XXVIII, fig.* 2) a un corps *e* et deux branches *f*, *g* : il se trouve dans le corps de l'enclume deux cavités et une éminence pour son articulation avec le *Marteau A.* (*Voyez* MARTEAU). Les branches de l'*Enclume* sont d'inégale longueur : la plus courte *f*, n'a point de connexion avec les autres osselets; mais la plus longue *g*, qui est un peu courbée, se termine en une cavité superficielle, pour recevoir une des convexités de l'*Os orbiculaire.* (*Voyez* Os ORBICULAIRE).

ENCRES SYMPATHIQUES. On appelle ainsi des liqueurs avec lesquelles on trace des caractères, qui, lorsque la liqueur est séchée, ne sont point visibles d'eux-mêmes, mais qui le deviennent par quelque moyen secret et surprenant pour ceux qui l'ignorent.

On peut diviser en quatre classes les *Encres sympathiques.* La première comprend celles qui deviennent visibles par l'addition d'une seconde liqueur ou de la vapeur de cette liqueur. Dans la seconde classe sont celles qui deviennent visibles, en les exposant à l'action de l'air ou du Soleil. La troisième classe est composée de celles qui deviennent visibles par l'addition d'une

matière colorée réduite en poudre subtile. Enfin dans la quatrième classe sont celles qui deviennent visibles, en les chauffant, ou en les exposant à l'action du feu.

Pour faire les liqueurs de la première classe, prenez une once (30572 milligrammes) de litharge, ou de minium, plus ou moins, que vous mettrez dans un matras, versant dessus cinq ou six fois le même poids d'acide acéteux : faites digérer à froid, pendant cinq ou six jours, ou sept ou huit heures au bain de sable; l'acide dissoudra une partie de la litharge ou du minium, et s'en soulera : après quoi, vous filtrerez par le papier, et le garderez dans une bouteille. Cette dissolution est connue en Chymie sous le nom d'*Acétite de plomb*, ci-devant *Vinaigre de Saturne*.

Pour préparer la seconde liqueur, prenez une once (30572 milligrammes) d'orpiment en poudre, deux onces (61143 milligrammes) de chaux vive; mettez-les ensemble dans un matras, ou tel autre vase de verre convenable; versez par-dessus une chopine d'eau commune : faites digérer le tout à une chaleur douce l'espace de sept ou huit heures, agitant de temps en temps le mèlange; une partie de l'orpiment et une partie de la chaux s'uniront et formeront, avec l'eau, une liqueur jaunâtre, connue dans l'art sous le nom de *Foie d'arsenic*. Vous pouvez filtrer cette liqueur, ou bien la laisser clarifier d'elle-même par le repos, la décanter et l'enfermer dans une bouteille.

Si vous versez un peu de cette seconde liqueur sur une petite quantité de la première, ces deux liqueurs, de claires et de limpides qu'elles étoient, se troubleront et deviendront d'un noir-brun foncé. C'est cette propriété du foie d'orpiment qui le rend propre à découvrir les vins lithargirés.

Mais ces deux liqueurs nous présentent un phénomène beaucoup plus surprenant. Prenez une plume neuve, écrivez avec la première liqueur sur du papier; les caractères que vous aurez formés ne paroîtront pas, ou du moins ne paroîtront que comme si l'on eût écrit avec de l'eau, c'est-à-dire, que le papier sera mouillé partout où la plume aura passé : vous pouvez le laisser sécher de lui-même, ou le présenter au feu, mais

quant seulement l'endroit où vous aurez passé la plume. Couvrez l'écriture de deux ou trois feuilles de nouveau papier, et passez légèrement, avec la barbe d'une plume, ou une petite éponge, un peu de la seconde liqueur sur la feuille de papier la plus éloignée de celle où vous avez tracé les caractères, à l'endroit qui répond aux caractères formés avec l'autre liqueur; sur-le-champ, les caractères, d'invisibles qu'ils étoient, paroîtront très-bien, et seront presqu'aussi noirs que s'ils eussent été formés avec de l'encre ordinaire. Bien plus, si vous enfermez le papier écrit, avec la première liqueur, entre plusieurs mains de papier; que vous frottiez la première feuille avec la seconde liqueur, et que vous mettiez ces mains de papier à la presse sous quelque gros livre; quelque temps après vous pouvez retirer votre papier, dont les caractères seront devenus noirs. Deux cents feuilles de papier, interposées entr'elles, ne sont pas capables d'empêcher leur effet; elles ne font que le retarder.

Autre exemple de la première classe. On fait dissoudre, dans l'acide nitro-muriatique, tout l'or qu'il peut dissoudre, et on affoiblit cette dissolution par cinq ou six fois autant d'eau commune. On fait dissoudre à part de l'étain fin dans le même acide : lorsque le dissolvant en est bien chargé, on y ajoute une mesure égale d'eau commune.

Ecrivez avec la dissolution d'or sur du papier blanc; laissez-le sécher à l'ombre, et non au soleil; l'écriture ne paroîtra pas, du moins pendant les sept ou huit premières heures. Trempez un pinceau dans la dissolution d'étain, et passez ce pinceau sur l'écriture d'or, dans le moment elle paroîtra de couleur pourpre. On peut effacer la couleur pourpre de l'écriture d'or, en la mouillant d'acide nitro-muriatique. On la fera reparoître une seconde fois, en repassant dessus la solution d'étain.

Les caractères, qui ont été écrits avec une matière qui a perdu sa couleur par être dissoute, reparoissent en trouvant le précipitant de ce qui l'a dissoute; car alors elle se revivifie, renaît et se rencontre avec sa

couleur. Le dissolvant la lui avoit ôtée, le précipitant la lui rend.

Sur cela est fondé un jeu d'*Encre sympathique* qui a dû surprendre, quand il a été nouveau : il étoit bien imaginé pour écrire avec plus de mystère et de sûreté. Sur une écriture invisible, on met une écriture visible, et l'on fait disparoître l'écriture visible et fausse, et paroître l'invisible et vraie.

La seconde classe comprend les *Encres sympathiques* dont l'écriture invisible devient colorée, en l'exposant à l'air. Ajoutez, par exemple, à une dissolution d'or dans l'acide nitro-muriatique, assez d'eau pour qu'elle ne fasse plus de taches jaunes sur le papier blanc; ce que vous écrirez avec cette liqueur, ne commencera à paroître qu'après avoir été exposé au grand air pendant une heure ou environ; l'écriture continuera à se colorer lentement, jusqu'à ce qu'elle soit devenue d'un violet foncé presque noir.

Si, au lieu de l'exposer à l'air, on la garde dans une boîte fermée ou dans un papier bien plié, elle restera invisible pendant deux ou trois mois. Mais à la fin elle se colorera, et prendra la couleur violette obscure.

Tant que l'or reste uni à son dissolvant, il est jaune; mais l'acide de son dissolvant étant volatil, la plus grande partie s'en évapore, et il n'en reste que ce qu'il en faut pour colorer l'oxide d'or, qui est demeuré sur le papier.

La dissolution de l'argent fin dans l'acide nitreux, qu'on a affoibli ensuite par l'eau de pluie distillée comme on a affoibli celle de l'or, fait aussi une écriture invisible, qui, tenue bien enfermée, ne devient lisible qu'au bout de trois ou quatre mois; mais elle paroît au bout d'une heure si on l'expose au soleil, parce qu'on accélère l'évaporation de l'acide. Les caractères, faits avec cette solution, sont de couleur d'ardoise.

La troisième classe est celle des *Encres sympathiques*, dont l'écriture invisible paroît en la frottant avec quelque poudre brune ou noire. Cette classe comprend presque tous les sucs glutineux et non-colorés, exprimés des fruits et des plantes, le lait des animaux, ou autres liqueurs grasses et visqueuses. On écrit avec ces liqueurs;

et quand l'écriture est sèche, on fait passer dessus légèrement et en remuant le papier, quelque terre colorée réduite en poudre subtile, ou de la poudre de charbon: les caractères resteront colorés, parce qu'ils sont formés d'une espèce de glu, qui retient cette poudre subtile.

Enfin la quatrième classe est celle de ces écritures, qui ne sont visibles qu'en les chauffant. Cette classe est fort ample, et comprend toutes les infusions et toutes les dissolutions dont la matière dissoute peut se brûler à très-petit feu, et se réduire en une espèce de charbon. En voici un exemple qui suffira.

Dissolvez un scrupule (1 ¼ gramme) de muriate d'ammoniaque dans deux onces (61 grammes) d'eau pure; ce que vous écrirez avec cette solution ne paroîtra qu'après l'avoir échauffé sur le feu ou après avoir passé dessus un fer un peu chaud.

Quand l'écriture invisible a une fois paru par un de ces quatre moyens, elle ne disparoît plus, à moins qu'on ne verse dessus une liqueur nouvelle, qui fasse une seconde dissolution de la matière précipitée.

L'*Encre sympathique* de *Hellot*, après avoir paru, disparoît et reparoît ensuite de nouveau tant que l'on veut, sans aucune addition, sans altération de couleur, et pendant un très-long-temps, si elle a été faite d'une matière bien conditionnée. C'est en l'exposant au feu et en lui donnant un certain degré de chaleur, qu'on la fait paroître; refroidie, elle disparoît, et toujours ainsi de suite.

Cette *Encre* n'a la singularité de disparoître après avoir paru, que quand on ne l'a exposée au feu que le temps qu'il falloit pour la faire paroître, ou un peu plus; si l'on l'y tient trop long-temps, elle ne disparoît plus en se refroidissant; tout ce qui faisoit le jeu des alternatives d'apparition et de disparition a été enlevé: elle rentre donc alors dans la classe des *Encres sympathiques* communes qui se rapportent au feu. Quand elle est dans sa perfection, elle est d'un vert mêlé de bleu; alors cette couleur est fixe, c'est-à-dire, toujours la même de quelque sens qu'on la regarde, quelle que soit la position de l'œil par rapport à l'objet et à la lumière; mais

il y a des cas où cette couleur est changeante, selon que l'œil est différemment posé; tantôt elle est lilas sale, tantôt feuille morte; et ce qui prouve que cela doit être compté pour une imperfection, et non pour un agrément, c'est que l'*Encre* à couleur changeante ne pourra paroître ou disparoître que quinze ou seize fois : au lieu que celle de couleur fixe soutiendra un bien plus grand nombre de pareilles alternatives.

Si l'on veut que cette *Encre* devienne de la classe qui se rapporte à l'air, alors il faudra tenir l'écriture exposée à l'air pendant huit ou dix jours; elle sera de couleur de rose. On altérera aussi le plus souvent sa couleur, en la faisant passer dans les autres classes; mais il paroît que ses deux couleurs extrêmes, ou les plus différentes, sont celle de lilas et celle de rose. *Hellot*, qui vit de cette *Encre* pour la première fois entre les mains d'un artiste allemand, trouva dans les minéraux de bismuth, de cobalt, et d'arsenic, qui contiennent de l'azur, la matière colorante qui étoit son objet, et l'on croira sans peine, comme le dit *de Fontenelle*, que *Hellot* a tiré de cette matière tout ce qu'elle a de plus caché.

ENCYCLIES. *Terme de physique.* C'est ainsi que les physiciens appellent ces cercles qui se forment dans l'eau, lorsqu'on y laisse tomber une pierre. Voici comment on peut expliquer la formation de ces cercles. La pierre, en tombant, enfonce un peu les particules d'eau qui se trouvent sous elle; ce qui oblige les voisines de s'élever tout autour, en formant une espèce de cercle plus élevé que la surface de l'eau. Quand ces particules d'eau se sont élevées autant que l'exige la valeur de l'effort qui les a poussées, elles tombent pour se mettre au niveau du reste; mais en tombant avec accélération à la manière de tous les autres graves, elles poussent l'eau voisine, et la font élever à son tour, ce qui forme un second cercle, qui a un plus grand diamètre que le premier. Cette portion d'eau ainsi élevée, en retombant ensuite, en fait élever une autre, laquelle, en retombant à son tour, communique un pareil mouvement à celle qui l'environne, et ainsi de suite, jusqu'à ce que le mouvement imprimé à l'eau

par la pierre, soit devenu insensible, en se communiquant à une plus grande quantité de matière.

ENDÉCAGONE. Figure qui a onze côtés et onze angles; elle est régulière, lorsque tous les côtés, et par conséquent tous les angles sont égaux. Pour décrire un *Endécagone* régulier, il ne s'agit que de diviser un cercle en onze arcs égaux, chacun de $32\frac{8}{11}$ degrés, parce que onze fois $32\frac{8}{11}$ font 360. La corde de chacun de ces arcs sera un des côtés de ce polygone; de sorte que les onze cordes des onze arcs formeront les onze côtés de l'*Endécagone* régulier; car toutes ces cordes sont égales entr'elles, puisqu'elles soutiennent des arcs égaux entr'eux.

Pour avoir la surface d'un *Endécagone* quelconque, soit régulier, soit irrégulier, (*Voyez* POLYGONE).

Tous les angles intérieurs d'un *Endécagone* quelconque valent, pris ensemble, 1620 degrés; et pour savoir de combien de degrés est chaque angle intérieur d'un *Endécagone* régulier, il faut diviser le nombre de degrés que valent ensemble tous les angles intérieurs, savoir 1620, par 11, nombre des côtés ou des angles de l'*Endécagone*; le quotient $147\frac{3}{11}$ donne la valeur de chacun de ces angles.

ENGIN. Machine composée de plusieurs machines simples, combinées ensemble, et qui sert à élever ou à soutenir des poids.

Cette machine (*Pl. XVI, fig.* 8) ne diffère de la grue ou plutôt du *Gruau*, que par sa pièce de bois *K L*, qui sert à élever les fardeaux. Dans le gruau, cette pièce est inclinée; dans l'*Engin*, elle est horizontale: du reste, cette machine agit précisément comme le gruau, et de même que lui, elle est composée du treuil et de la poulie. (*Voyez.* GRUE, TREUIL *et* POULIE).

ENGYSCOPE. C'est la même chose que *microscope*. (*Voyez* MICROSCOPE).

ENNÉAGONE. Figure qui a neuf côtés et neuf angles. Elle est régulière lorsque tous les côtés, et par conséquent tous les angles sont égaux. Pour décrire un *Ennéagone* régulier, il faut diviser un cercle en neuf arcs égaux, dont chacun sera de 40 degrés, parce que 9 fois 40 font 360. La corde de chacun de ces arcs sera un

des côtés de ce polygone : de sorte que les neuf cordes des neuf arcs formeront les neuf côtés de l'*Ennéagone* régulier ; car toutes ces cordes sont égales entr'elles, puisqu'elles soutiennent des arcs égaux entr'eux.

Pour avoir la surface d'un *Ennéagone* quelconque, soit régulier, soit irrégulier, (*Voyez* POLYGONE).

Tous les angles intérieurs d'un *Ennéagone* quelconque valent, pris ensemble, 1260 degrés. Et pour savoir de combien de degrés est chaque angle intérieur d'un *Ennéagone* régulier, il faut diviser le nombre de degrés que valent ensemble tous les angles intérieurs, savoir 1260, par 9, nombre des côtés ou des angles de l'*Ennéagone ;* le quotient 140 donne la valeur de chacun de ces angles.

EOLIPYLE. Vase de métal creux, ayant la forme de boule ou de poire, garni d'un bec ou tuyau recourbé, qui n'a qu'une ouverture très-étroite. Cette boule (*Pl. LXXX, fig.* 28) ou cette poire (*Pl. XXXIII, fig.* 10) étant en partie remplie d'eau, et exposée sur un feu de charbons bien allumés, produit par son bec *T* un souffle *S* très-violent.

Comme ce vase n'a qu'un très-petit trou, pour y faire entrer l'eau, on le fait chauffer fortement, afin d'en chasser une grande partie de l'air qu'il contient. Ensuite on plonge son tuyau *T* dans l'eau, et on refroidit le vase *E* avec une éponge imbibée d'eau froide. Le peu d'air qui y est resté, reprenant sa densité ordinaire, permet à l'eau d'y entrer, ce qu'elle fait, étant pressée par le poids de l'athmosphère. Alors on fait chauffer de nouveau l'*Eolipyle*, afin d'exciter le souffle dont nous avons parlé.

Quelques auteurs attribuent ce souffle à l'air dilaté par l'action du feu. Une preuve que cela n'est pas, c'est que si l'on plonge le bec de l'*Eolipyle* dans un verre d'eau, on ne voit aucune bulle d'air traverser la liqueur ; on entend seulement un sifflement qui ressemble beaucoup au bruit que fait de l'eau jetée sur un corps très-chaud ; ce qui fait juger avec plus de raison que ce souffle est occasionné par l'eau du vase réduite en vapeur très-dilatée. C'est cette même vapeur qui, par son expansion, chasse l'eau en forme de jet, lorsqu'on ren-

verse l'*Eolipyle* le tuyau en en-bas, et qu'on continue de le tenir sur le feu. (*Voyez fig.* 11). Si, au lieu d'eau, on a mis de l'esprit-de-vin dans l'*Eolipyle*, on peut produire un jet de feu, en présentant un flambeau allumé à quelques centimètres de l'ouverture du bec de l'*Eolipyle*.

EPACTES. On appelle ainsi un nombre qui exprime celui des jours dont la nouvelle lune précède le commencement de l'année. L'*Epacte* vient donc de l'excès de l'année solaire sur l'année lunaire : or cet excès est de 11 jours, parce que l'année lunaire étant composée de 12 lunaisons ou mois synodiques, chacun de 29 jours 12 heures 44 minutes, ne comprend que 354 jours et à-peu-près un tiers, et que l'année solaire est composée de 365 jours et environ un quart. Il y a donc dans l'année solaire 11 jours de plus que dans l'année lunaire. Ainsi, en supposant que l'année solaire et l'année lunaire aient commencé en même temps, l'*Epacte* de l'année suivante sera 11; celle de la troisième année sera 22; celle de la quatrième année seroit 33; mais comme l'*Epacte* n'est jamais de plus de 30, parce que 30 jours font un mois, de ce nombre 33 on retranche 30, dont on fait un mois intercalaire, que les astronomes appellent *embolismique*, et que l'on ajoute à la troisième année lunaire, qui par-là se trouve composée de 13 lunaisons : et l'*Epacte* de la quatrième année est 3, celle de la cinquième année est 14, et ainsi de suite, en ajoutant toujours 11 à l'*Epacte* de l'année précédente pour former l'*Epacte* de l'année suivante, et en retranchant 30, toutes les fois que les 11 ajoutés à l'*Epacte* de l'année précédente, font un nombre supérieur à 30, et en formant de ces 30 retranchés un mois embolismique.

Les *Epactes* servent à trouver l'âge de la lune pour un jour quelconque d'une année proposée. Pour cela, il faut ajouter ensemble trois choses; 1°. l'*Epacte* de l'année proposée; 2°. le nombre des mois écoulés depuis mars inclusivement; 3°. le quantième du mois : la somme sera l'âge de la lune, pourvu que cette somme ne surpasse pas 30; mais si elle surpasse 30, le surplus seulement sera l'âge de la lune, si le mois a 31 jours; mais si le

mois n'a que 30 jours, ce sera le surplus au-delà de 29, qui marquera l'âge de la lune. Supposons, par exemple, qu'on demande l'âge de la lune pour le 15 juillet 1767, il faut additionner ensemble 30 d'*Epacte*, 5 pour le nombre des mois, et le quantième du mois, qui est 15, la somme sera 50, dont on ôtera 30, parce que juillet a 31 jours; le reste 20 est l'âge de la lune pour le 15 juillet 1767. Si l'on demandoit l'âge de la lune pour le 10 septembre 1767, on additionnera ensemble 30 d'*Epacte*, 7 pour le nombre des mois, et 10 pour le quantième du mois: la somme sera 47, dont on n'ôtera que 29, parce que septembre n'a que 30 jours: le reste 18 est l'âge de la lune pour le 10 septembre 1767.

Les *Epactes* expriment donc pour chaque année l'âge qu'avoit la lune à la fin de l'année précédente. L'année 1768, par exemple, avoit 11 d'*Epacte*: cela veut dire qu'à la fin de l'année 1767, la lune étoit âgée de 11 jours. Si l'on vouloit donc savoir l'âge de la lune pour un jour quelconque du mois de janvier, il suffiroit d'ajouter l'*Epacte* au nombre des jours écoulés depuis le commencement de l'année. Par exemple, si l'on veut savoir l'âge de la lune pour le 6 janvier 1768, on n'a qu'à ajouter l'*Epacte* de l'année, qui est 11, au quantième du mois qui est 6; la somme 17 est l'âge de la lune pour le jour proposé.

Lorsqu'on connoît l'*Epacte* pour une année, il est aisé de connoître l'*Epacte* de l'année suivante. On n'a, pour cela, qu'à ajouter 11 à l'*Epacte* connue: si la somme n'excède pas 30, elle sera l'*Epacte* cherchée; mais si la somme excède 30, on en ôtera 30, pour en former un mois embolismique, et le reste donnera l'*Epacte* que l'on cherche. L'année 1761, par exemple, avoit 23 d'*Epacte*: l'année 1762 a eu 4: l'année 1763 a eu 15, et ainsi de suite. Cette méthode souffre cependant une exception que voici. Si l'année, dont on cherche l'*Epacte*, a pour nombre d'or 1, il faut ajouter 12, et non pas 11, à l'*Epacte* connue, parce que cette année, qui a 1 pour nombre d'or, est précédée par la dix-neuvième ou dernière année du cycle lunaire, dans laquelle le mois intercalé ou *embolismique*

mique n'est que de 29 jours, et non pas de 30, comme le sont les six autres. (*Voyez* CYCLE LUNAIRE). Par exemple, si l'on cherche l'*Epacte* pour l'année 1767, qui étoit la première du cycle lunaire, et qui avoit, par conséquent, 1 pour nombre d'or, il faut ajouter 12 à l'*Epacte* 18 de l'année précédente, dans laquelle le moins intercalé n'avoit que 29 jours, puisque cette année étoit la dernière du cycle lunaire.

On peut encore trouver l'*Epacte*, pendant le siècle présent, pour une année quelconque, si l'on connoît le nombre d'or de l'année proposée. Il faut diviser ce nombre d'or par 3 : s'il reste 1 après la division, on ôte 1 du nombre d'or, et le reste est l'*Epacte* cherchée : s'il reste 2 après la division, on ajoute 9 au nombre d'or, et la somme est l'*Epacte* cherchée : s'il ne reste rien après la division, on ajoute 19 au nombre d'or, et la somme est l'*Epacte* cherchée, pourvu qu'elle n'excède pas 30 : car, dans le cas où la somme excède 30, c'est seulement l'excès au-dessus de 30, qui est l'*Epacte* cherchée. En 1765, par exemple, le nombre d'or étoit 18; lequel nombre étant divisé par 3, il ne reste rien : c'est pourquoi au nombre d'or 18 j'ajoute 19; la somme 37 excède 30 de 7 : c'est donc cet excès 7 qui étoit l'*Epacte* de l'année 1765.

On peut encore trouver l'*Epacte* pour une année quelconque, dont on connoît le nombre d'or, en procédant de la manière suivante : 1°. On ôte 1 du nombre d'or; 2°. on multiplie le reste par 11; 3°. on divise par 30 le produit de la multiplication. Le reste de la division est l'*Epacte* cherchée. Cette règle est fondée sur ce que l'*Epacte* augmente toutes les années de 11, et que l'*Epacte* est 0, ou 30, lorsque le nombre d'or est 1. Voici la table des *Epactes* qui répondent au nombre d'or, calculé par la règle dont nous venons de parler.

Nombre d'Or.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Epactes.	*	11	22	3	14	25	6	17	28	9
Nombre d'Or.	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
Epactes.	20	1	12	23	4	15	26	7	18	

ÉPAISSEUR. C'est la même chose que *Profondeur.* (*Voyez* PROFONDEUR).

ÉPHEMÉRIDES. Nom que les Astronomes donnent aux livres où sont calculés les mouvemens des astres, et où l'on trouve l'état du ciel pour chaque jour de l'année. Ce sont des espèces de journaux, qui font connoître en quels endroits du ciel les astres se rencontrent chaque jour et en quels aspects ils sont entr'eux.

ÉPICYCLE. *Ancien terme d'Astronomie.* C'est un petit cercle, dans la circonférence duquel on suppose que le soleil se meut uniformément d'orient en occident, tandis que le centre de ce petit cercle parcourt aussi uniformément, mais en sens contraire, c'est-à-dire, d'occident en orient, la circonférence d'un grand cercle, au centre duquel est placée la terre. Soit *A B D I* (*Pl. LIX, fig.* 4) le grand cercle, au centre *F* duquel est placée la terre : *G H K* le petit cercle, appelé *Epicycle*, dans la circonférence duquel le soleil se meut uniformément d'orient en occident, c'est-à-dire, de *G* en *H*, tandis que le centre *B* de ce petit cercle parcourt aussi uniformément, mais d'occident en orient, c'est-à-dire, de *A* en *B*, la circonférence du grand cercle. Supposons que le point *G* de l'*Epicycle*, qu'on appelle l'apogée, se soit trouvé au commencement du mouvement dans la direction du rayon *F A*, c'est-à-dire, en *N*, le soleil y étant placé. Pendant le temps que le centre *B* de l'*Epicycle* aura employé à parcourir l'arc *A B* du grand cercle, le soleil aura parcouru l'arc *G H* de l'*Epicycle*, lequel est de même nombre de degrés que l'arc *A B*. Le lieu du soleil sera donc en *H*, moins avancé que le centre de l'*Epicycle*, qui sera en *B*. Lorsque le centre *B* de l'*Epicycle* aura parcouru la demi-circonférence *A B b* du grand cercle, le soleil aura aussi parcouru la demi-circonférence *g h P* de l'*Epicycle*, et se trouvera à son périgée, en *P*. Enfin, pendant que le centre *b* de l'*Epicycle* parcourra l'autre demi-circonférence *b D I A* du grand cercle, le soleil parcourra aussi l'autre demi-circonférence *P D g* de l'*Epicycle*, et se trouvera de nouveau à l'apogée en *N*. De sorte qu'à la fin de cette révolution, le soleil

aura paru parcourir le cercle ponctué *NHCN*, dont le centre est en *E*, et qui est excentrique au grand cercle *ABD*, au centre *F* duquel on suppose que la terre est placée.

Ptolémée avoit imaginé les *Epicycles*, pour expliquer les inégalités du mouvement du soleil et des planètes, lesquelles dépendent de la figure de leurs orbites et du mouvement de la terre autour du soleil, que *Ptolémée* n'admettoit pas. On a l'obligation à *Copernic* d'avoir débarrassé l'astronomie de tous ces *Epicycles* en attribuant à la terre un mouvement sur son axe et un autre autour du soleil. (*Voyez* SYSTÊMES DU MONDE).

Mais, comme les inégalités du mouvement des planètes, savoir, leurs accélérations, retardemens, rétrogradations, stations, etc. s'observent à chaque révolution synodique, il faut supposer que chaque planète parcourt la circonférence entière de son *Epicycle*, mais d'occident en orient, c'est-à-dire, de *G* en *L*, dans le temps de sa révolution synodique, qui est bien différent de celui qu'elle emploie à faire sa révolution périodique. De sorte qu'on suppose que le centre *B* de l'*Epicycle* de Saturne, par exemple, achève sa révolution sur le cercle *BDIAB* (ce qui est sa révolution périodique), dans l'espace d'environ 30 ans, pendant que Saturne, placé en *G* sur son *Epicycle*, parcourt la circonférence *GLKHG* de cet *Epicycle* dans l'espace d'un an et environ 13 jours, ce qui est le temps de sa révolution synodique, c'est-à-dire, de son retour au soleil. De même le centre de l'*Epicycle* de Jupiter acheve sa révolution périodique dans l'espace d'environ 12 ans, pendant que Jupiter parcourt la circonférence entière de son *Epicycle* dans l'espace d'un an et environ 34 jours, et ainsi des autres planètes.

Rendons ceci sensible. Supposons ☿ (*Pl. LIV, fig.* 6.) la terre placée au centre du monde : *VZSXYV* la courbe que décrit le soleil autour de la terre : *CDEFG* une portion de l'orbite de Jupiter : Jupiter placé sur son *Epicycle* en *P*, et en opposition avec le soleil qui est en *S* ; alors Jupiter est périgée. Dans l'espace de 6 mois et environ 17 jours, le soleil aura parcouru la portion *SXYV* de son orbite et se trouvera en *V* ; mais,

pendant ce même temps, le centre *C* de l'*Epicycle* sera allé de *C* en *D*, et Jupiter aura parcouru la moitié *PKB* de son *Epicycle*; et le point *B*, ainsi que Jupiter, se trouvera en *A*. Jupiter sera donc alors en conjonction avec le soleil et apogée, ce qui est conforme aux observations. Six mois et environ 17 jours après, le soleil aura parcouru la portion *VZSX* de son orbite, et Jupiter aura parcouru l'autre moitié de son *Epicycle*, dont le centre sera allé, pendant ce temps-là, de *D* en *E*. Jupiter se trouvera donc en *P* en opposition avec le soleil *X* et périgée; ce qui est encore conforme aux observations. De sorte que pendant une de ses révolutions synodiques, Jupiter aura paru parcourir la courbe *PfAgbep*. Pour les mêmes raisons pendant la révolution synodique suivante, Jupiter paroîtra parcourir la courbe *pdgahH*, et ainsi de suite.

Ces *Epicycles* pourroient représenter assez exactement les apparences, pourvu qu'on donnât à Mercure et à Vénus le même excentrique qu'au soleil, et qu'on les fît mouvoir sur des *Epicycles* dont le centre fût peu éloigné de celui du soleil. A l'égard des planètes supérieures, Mars, Jupiter, Saturne et Herschell, il faudroit les placer sur des *Epicycles* dont les demi-diamètres fussent égaux à la distance du soleil à la terre, puisque, dans les oppositions de ces planètes avec le soleil, elles se trouvent plus près de la terre de deux fois cette distance, qu'elles ne le sont dans leurs conjonctions.

EPOQUE. *Terme de Chronologie.* Temps déterminé, d'où l'on commence à compter les années, ou tout autre intervalle de temps.

Ce temps, d'où l'on a commencé à compter les années, étant arbitraire, il n'est pas étonnant que tous les peuples, tant anciens, que modernes, aient considérablement varié dans leurs *Epoques*. Celle des *Olympiades*, dont les Grecs ont fait usage, commence dans la 3938e. année de la période Julienne, 776 ans avant la naissance de JÉSUS-CHRIST. (*Voyez* EPOQUE DES OLYMPIADES.) Celle de la *Fondation de Rome* commence dans la 3961e. année de la Période Julienne, 753 ans avant la naissance de JÉSUS-CHRIST. (*Voyez* EPOQUE DE LA FONDATION DE ROME). Celle

de *Nabonassar* commence dans la 3967e. année de la Période Julienne, 747 ans avant la naissance de Jésus-Christ. (*Voyez* Epoque de Nabonassar). L'*Epoque Julienne* commence dans la 4668e. année de la Période Julienne, 46 ans avant la naissance de Jésus-Christ. (*Voyez* Epoque Julienne). Celle dont les chrétiens font usage, commence dans la 4714e. année de la Période Julienne, l'année même de la naissance de Jésus-Christ. (*Voyez* Epoque Chrétienne). Celle de *Dioclétien* commence dans la 4997e. année de la Période Julienne, 283 ans après la naissance de Jésus-Christ. (*Voyez* Epoque Dioclétienne. Celle de *Mahomet*, dont les Turcs et les autres peuples de la religion Mahométane font usage, commence dans la 5335e. année de la Période Julienne, 621 ans après la naissance de Jésus-Christ. (*Voyez* Epoque de Mahomet.) Celle de la *Correction Grégorienne* commence dans la 6295e. année de la Période Julienne, 1581 ans après la naissance de Jésus-Christ. (*Voyez* Epoque de la Correction Grégorienne).

EPOQUE CHRETIENNE, *ou* de la Naissance de Jésus-Christ. *Epoque* d'où les chrétiens commencent à compter les années. Les sentimens des chronologistes sont partagés sur le commencement de cette *Epoque*. Plusieurs ont composé des traités particuliers touchant la véritable année de la naissance de Jésus-Christ. Cependant, après avoir lu tout ce que ces savans ont écrit sur ce sujet, on est obligé de convenir qu'on ne sait point précisément dans quelle année Jésus-Christ est né, ou combien d'années se sont écoulées depuis sa naissance jusqu'à aujourd'hui. L'*Epoque Chrétienne*, suivant laquelle nous comptons, commence dans la 4714e. année de la Période Julienne. (*Voyez* Période Julienne).

On a commencé à se servir de cette *Epoque* dans les actes publics, l'an 590 en Italie, l'an 620 en Hollande et l'an 780 en France.

L'*Epoque Chrétienne* porte aussi le nom d'*Ere Chrétienne* ou d'*Ere de la naissance de* Jésus-Christ. (*Voy.* Ere).

EPOQUE DE LA CORRECTION GREGO-

RIENNE. Temps dans lequel le calendrier fut corrigé par ordre du pape Grégoire XIII. La *Correction* qui avoit été faite au calendrier, sous l'empire de Jules-César, auroit suffi pour toujours, si les 6 heures, dont l'année solaire est composée de plus que 365 jours, et qu'on convint alors d'employer à former un jour tous les 4 ans, qu'on ajoutoit à l'année, pour en faire une année bissextile, si ces 6 heures, dis-je, étoient complètes; mais il s'en faut d'environ 11 minutes. Cette quantité, qu'on employoit de trop tous les ans, quoiqu'elle soit très-petite, étant répétée pendant un grand nombre d'années, devint enfin si considérable, que, vers la fin du sixième siècle, les équinoxes se trouvèrent avancés de 10 jours, c'est-à-dire, que le soleil, au lieu de n'arriver au premier point du signe du Bélier que le 21 Mars, y arrivoit dès le 11. Cet avancement, qui auroit toujours été en augmentant, auroit pu causer beaucoup de dérangement dans l'office ecclésiastique. C'est ce qui engagea le pape *Grégoire XIII* à ordonner, par une bulle du 24 février 1582, que ces 10 jours de trop seroient retranchés, et que le 5 octobre suivant seroit compté pour le 15 du même mois. C'est là ce qu'on appelle *Correction Grégorienne*. Plusieurs nations adoptèrent cette *Correction*, d'autres ne l'adoptèrent pas. C'est ce qui a donné lieu à la distinction du *vieux* et du *nouveau Style*. (*Voyez* VIEUX *et* NOUVEAU STYLE).

Le pape *Grégoire XIII* ne se contenta pas de remédier aux erreurs passées; la même cause subsistant toujours, il voulut prévenir aussi celles que l'avenir auroit infailliblement causées. Pour cela, les Astronomes qu'il avoit employés, ayant supputé que les 11 minutes employées de trop chaque année, formoient un jour entier au bout de 133 ans, on convint d'omettre trois bissextes dans le cours de 400 ans: ce qui a déjà commencé à être suivi; car l'année 1700 ne fut point bissextile: les années 1800 et 1900 ne le seront point encore; mais l'année 2000 le sera, et ainsi de suite.

La *Correction Grégorienne* s'est donc faite l'an 1582. Si l'on veut savoir combien il s'est écoulé d'années depuis ce temps-là jusqu'à une année quelconque, on

n'a qu'à ôter 1582 de l'année proposée. En ôtant, par exemple, 1582 de 1767, le reste 185 apprendra qu'en l'année 1767, il s'est écoulé 185 années depuis la *Correction Grégorienne*.

EPOQUE DE LA FONDATION DE ROME. C'est le commencement de la fondation de cette ville. Suivant le rapport de *Varron*, on en jeta les fondemens au printemps de la 23e. année après l'établissement des olympiades, c'est-à-dire, au mois d'avril de la 3961e. année de la Période Julienne, 753 ans avant la naissance de Jésus-Christ. Ainsi, pour savoir combien il s'est écoulé d'années depuis la *Fondation de Rome*, jusqu'à une année quelconque après l'ère chrétienne, il ne s'agit que d'ajouter 753 à l'année proposée. Par exemple, en ajoutant 753 à 1767, cela fera voir que l'année 1767 est la 2520e. année depuis la *Fondation de Rome*.

L'*Epoque de la Fondation de Rome* porte aussi le nom d'*Ere de la Fondation de Rome*. (*Voyez* Ere).

C'est de cette *Epoque* que les Juifs comptoient autrefois leurs années.

EPOQUE DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE. *Époque* où les Français ont commencé à s'établir en république. Le 22 septembre [illegible] de l'Ere chrétienne, jour de l'équinoxe d'automne, est aussi le jour où le corps législatif de France a décrété que l'état seroit désormais *République* : c'est de ce jour-là que les Français commencent à compter leur *Ere* (*Voyez* Ere). Pour savoir combien il s'est écoulé d'années depuis l'*Epoque de la République française*, jusqu'à une année quelconque après l'Ere chrétienne, il faut retrancher 1792 de l'année proposée : le reste donne ce que l'on cherche. En retranchant, par exemple, 1792 de 1797, le reste 5 apprend que l'année 1797 est la 5e. de l'*Ere française*, laquelle 5e. année a commencé le 22 septembre de l'année précédente 1796.

EPOQUE DE MAHOMET. Temps de la fuite de *Mahomet* de la Mecque à Médine. Cette *Epoque* tombe à l'année 5335 de la Période Julienne, c'est-à-dire, 621 ans après la naissance de Jésus-Christ. On l'appelle encore *Ere de l'Hégire* (*Voyez* Hégire); et elle est

en usage parmi les Turcs et les autres peuples de la religion Mahométane.

Si l'on vouloit savoir combien il s'est écoulé d'années depuis cette *Epoque*, jusqu'à une année quelconque, il n'y auroit qu'à ôter 621 de l'année proposée; le reste donneroit ce que l'on cherche. Par exemple, en ôtant 621 de 1780, cela apprendra que l'année 1780 est la 1159e. année de l'*Epoque de Mahomet*; laquelle 1159e. année ne commence qu'au mois de Juillet.

L'*Epoque de Mahomet* porte aussi le nom d'*Epoque des Turcs*, ou d'*Ere des Turcs*. (*Voyez* Ere).

EPOQUE DE NABONASSAR. *Epoque* qui tire son nom de *Nabonassar*, roi de Babylone. On ignore à quelle occasion cette *Epoque* a été établie; on ne sait pas même le nom de celui qui l'a introduite. Ce qui l'a rendue célèbre, c'est que *Ptolémée* y a fixé ses observations astronomiques. Elle est datée du mois de février de l'année 3967 de la Période Julienne, 747 ans avant la naissance de *Jésus-Christ*.

Pour savoir combien il s'est écoulé d'années, depuis cette *Epoque*, jusqu'à une année quelconque, après l'Ere Chrétienne, il faut ajouter 747 à l'année proposée: la somme donnera ce que l'on cherche. Par exemple, si l'on ajoute 747 à 1767, la somme 2514 apprendra que l'année 1767 est la 2514e. année de l'*Epoque de Nabonassar*.

L'*Epoque de Nabonassar* porte aussi le nom d'*Ere de Nabonassar* ou d'*Ere des Babyloniens*. (*Voyez* Ere).

C'est de cette *Epoque* que les Babyloniens commençoient à compter leurs années.

EPOQUE DES OLYMPIADES. Temps de l'institution des Jeux Olympiques, que les Grecs célébroient tous les quatre ans en l'honneur de *Jupiter*. Cette *Epoque* a commencé au mois de Juillet de la 3938e. année de la Période Julienne, 776 ans avant l'Ere Chrétienne. Ainsi, si l'on vouloit savoir combien il s'est écoulé d'années, depuis cette *Epoque*, jusqu'à une année quelconque, après la naissance de *Jésus-Christ*, on n'auroit qu'à ajouter 776 à l'année proposée. Par exemple, si l'on ajoute 776 à 1768, la somme 2544 fera voir que l'année 1768 est la 2544e. année de l'*Epoque*

des Olympiades, laquelle 2544e. année ne commence qu'au mois de Juillet.

L'*Epoque des Olympiades* porte aussi le nom d'*Ere Grecque* ou d'*Ere des Olympiades*. (*Voyez* ERE).

C'est de cette *Epoque* que les Grecs commençoient à compter leurs années.

EPOQUE DIOCLÉTIENNE. Commencement du règne de l'empereur *Dioclétien*. Ce règne a commencé le 17 Septembre de l'année 4997 de la Période Julienne, c'est-à-dire, 283 ans après la naissance de *Jésus-Christ*.

Cette *Epoque* est connue par les Chrétiens sous le nom d'*Ere des martyrs* ou d'*Ere de persécution*, à cause des grandes persécutions que les Chrétiens ont souffertes sous cet empereur; elle est d'un usage fréquent dans l'ancienne histoire de l'église.

Si l'on vouloit savoir combien il s'est écoulé d'années, depuis cette *Epoque*, jusqu'à une année quelconque, il n'y auroit qu'à ôter 283 de l'année proposée: le reste donneroit ce que l'on cherche. En ôtant, par exemple, 283 de 1767, le reste 1484 apprendra que l'année 1767 est la 1484e. année de l'*Epoque Dioclétienne*, laquelle 1484e. année ne commence qu'au mois de septembre.

Cette *Epoque* porte encore le nom d'*Ere Dioclétienne*. (*Voyez* ERE).

C'est de cette *Epoque* que les premiers Chrétiens commençoient à compter les années. Les Maures s'en servent encore aujourd'hui.

EPOQUE JULIENNE. Temps de la correction du Calendrier Romain sous l'empire de *Jules-César*. Les Egyptiens n'évaluoient l'année que 365 jours; mais, comme elle est composée de 365 jours et environ 6 heures, on reconnut dans la suite que les équinoxes reculoient tous les quatre ans d'un jour, à peu de choses près. Pour remédier à cet inconvénient, on convint d'employer ces 6 heures excédentes, en faisant tous les quatre ans une année composée d'un jour de plus que les autres; de sorte que cette quatrième année est de 366 jours; c'est ce qu'on appelle l'*Année Bissextile*. (*Voyez* ANNÉE BISSEXTILE). Cette correction se fit

dans l'année 4668 de la Période Julienne, 46 ans avant la naissance de *Jésus-Christ*.

Si l'on vouloit savoir combien il s'est écoulé d'années, depuis cette *Epoque*, jusqu'à une année quelconque après l'Ere Chrétienne, on n'auroit qu'à ajouter 46 à l'année proposée. Par exemple, en ajoutant 46 à 1767, la somme 1813 fera voir que l'année 1767 est la 1813e. année de l'*Epoque Julienne*.

La correction qu'on fit alors au Calendrier, ne remédia pas à tous les inconvéniens; aussi en fit-on une autre dans la suite. (*Voyez* EPOQUE DE LA CORRECTION GRÉGORIENNE).

EPROUVETTE. *Terme de Physique*. On appelle *Eprouvette*, un instrument (*Pl. XXIV*, *fig.* 14) composé de deux petits récipiens réunis par un robinet *E*, au moyen duquel on établit, quand on veut, une communication entre les deux récipiens.

On se sert de l'*Eprouvette* pour voir si la machine pneumatique est en bon état, si elle ne laisse point rentrer l'air par quelque endroit; pour cela, on met l'*Eprouvette* sur la platine de la machine pneumatique; la communication entre les deux récipiens étant fermée, on fait le vide dans le récipient inférieur; on met de l'eau dans le supérieur; on ouvre le robinet, et on laisse passer dans l'inférieur une couche d'eau d'environ deux doigts d'épaisseur. S'il rentre de l'air sous le récipient, on le voit traverser la couche d'eau, et l'on apprend par-là où est le défaut.

EQUATEUR. L'un des grands cercles mobiles de la sphère *E C* (*Pl. LIV*, *fig.* 4) et qui est perpendiculaire au méridien et aux deux colures, qui coupe l'horizon au point du vrai orient et du vrai occident, et dont chaque point de la circonférence est éloigné de 90 degrés des poles *P Q*, du monde. Ce cercle s'appelle *Equateur*, parce que, lorsque nous y voyons le Soleil, les jours sont parfaitement égaux aux nuits, si l'on ne prend pour le jour, que le temps de la présence du Soleil au-dessus de l'horizon.

L'*Equateur* partage le ciel en deux hémisphères égaux, dont l'un est vers le nord et l'autre vers le sud. C'est pourquoi l'on appelle le premier *Hémisphère septen-*

trional ou *boréal*, et l'autre, *Hémisphère méridional* ou *austral*.

L'*Équateur* a pour axe, l'axe même du monde, c'est-à-dire, la ligne droite qui s'étend d'un pole à l'autre; et ses poles sont aussi les poles mêmes *P Q* du monde.

La hauteur méridienne de l'*Équateur*, pour un lieu quelconque, est toujours égale au complément de la latitude de ce lieu. *(Voyez* LATITUDE *)*.

C'est sur l'*Équateur* ou sur l'un de ses parallèles, que se comptent les longitudes géographiques ou terrestres *(Voyez* LONGITUDE *)*; et c'est de ce cercle que l'on commence à compter la déclinaison des Astres *(Voyez* DÉCLINAISON *)*, et la latitude des différens lieux de la terre. *(Voyez* LATITUDE *)*. C'est aussi sur l'*Équateur* que se mesurent l'ascension droite et l'ascension oblique des Astres. *(Voyez* ASCENSION DROITE et ASCENSION OBLIQUE *)*.

L'*Equateur* est aussi appelé la *Ligne*, surtout par les Marins. *(Voyez* LIGNE *)*.

EQUATEUR. *(Arc de l'.)* *(Voyez* ARC DE L'EQUATEUR *)*.

EQUATEUR. *(Poles de l')* *(Voyez* POLES DE L'EQUATEUR *)*.

EQUATION DE L'HORLOGE. Différence entre l'heure du temps moyen, qui nous est marquée par une Horloge bien réglée, et l'heure du temps vrai, qui nous est indiquée par un Cadran solaire bien exact.

La révolution diurne apparente du soleil autour de la terre, ou son retour au méridien, s'achève plus promptement dans certains temps de l'année, et plus lentement dans d'autres; de sorte que si l'on a une horloge ou une pendule bien réglée sur le moyen mouvement du soleil, et qu'on la mette à midi, un jour quelconque de l'année, à l'instant où le centre du soleil est dans le plan du méridien, les jours suivans, elle ne marquera pas midi dans le temps précis que le centre du soleil arrivera au méridien; elle s'en écartera plus ou moins, suivant que la révolution véritable du Soleil sera plus prompte ou plus lente, relativement à sa révolution moyenne, qui est celle à laquelle l'horloge ou la pendule doit se rapporter exactement. Or c'est

cette différence, entre l'heure marquée par le soleil et l'heure marquée par la pendule, qu'on appelle *Equation de l'horloge.*

Cette différence n'est pas la même pour chaque jour de l'année; il y en a quelques-uns où elle n'est que de quelques dixièmes de seconde, et il y en a d'autres où elle va jusqu'à 30 secondes; et comme les différences des jours suivans s'ajoutent à celles des jours précédens, il y a des jours où l'heure du temps moyen diffère de l'heure du temps vrai de plus de 16 minutes.

Les astronomes calculent cette différence pour tous les jours de l'année, et en forment une table, au moyen de laquelle on règle les horloges et les pendules. Cette table se trouve dans un ouvrage que l'Institut national des sciences et des arts fait publier pour chaque année sous le titre de *Connoissance des temps*, ou *Connoissance des mouvemens célestes.* Consultez cette table, vous y verrez qu'une pendule bien réglée doit avancer sur le temps vrai, depuis le 26 floréal jusqu'au 9 thermidor, de 10 minutes quelques secondes; qu'elle doit retarder, depuis le 9 thermidor jusqu'au 12 brumaire, de 22 minutes quelques secondes; qu'elle doit avancer, depuis le 12 brumaire jusqu'au 23 pluviose, de près de 31 minutes; et qu'elle doit retarder, depuis le 23 pluviose jusqu'au 26 floréal, de près de 19 minutes. Vous y verrez encore, que le temps moyen ne s'accorde avec le temps vrai que quatre fois l'année, c'est-à-dire, que la pendule ne doit marquer midi à-peu-près en même temps que le soleil, que quatre fois l'année; savoir, le 26 germinal, la longitude du soleil étant 0 signe et environ 25 degrés; le 27 prairial, la longitude du soleil étant 2 signes et environ 24 ou 25 degrés; le 14 fructidor, la longitude du soleil étant 5 signes et environ 8 degrés; et le 3 nivose, la longitude du soleil étant 9 signes et environ 2 ou 3 degrés.

EQUATION DU TEMPS. Différence qu'il y a entre le *Temps vrai* et le *Temps moyen.* (*Voyez* TEMPS VRAI et TEMPS MOYEN). Le temps moyen a été imaginé par les astronomes, pour rappeler à l'égalité les jours naturels ou astronomiques, qui sont réelle-

ment inégaux entr'eux. C'est de là qu'est venu le mot *Equation*.

Le soleil nous paroît parcourir toute l'écliptique dans le temps que la terre emploie à faire une révolution entière dans son orbite; et c'est là ce que nous appelons notre *Année*. Pendant ce temps-là la révolution diurne de la terre sur son axe occasionne l'apparence de 365 révolutions et à-peu-près un quart du soleil autour de la terre, ce qui forme autant de jours. Mais comme, pendant que la terre tourne sur son axe, le soleil paroît avancer dans l'écliptique, il est nécessaire que la terre fasse plus qu'un tour depuis l'instant où le centre du soleil est au méridien d'un lieu, jusqu'à celui auquel il est retourné au même méridien, après une révolution entière. Si cette petite quantité ajoutée au tour que fait la terre sur son axe, étoit égale pour tous les jours, tous les jours astronomiques seroient égaux entr'eux. Il faudroit pour cela que le soleil nous parût aller d'un mouvement uniforme, et parcourir chaque jour d'occident en orient 59 minutes 8 secondes et environ 20 tierces de degré de l'écliptique : la terre, pour parcourir cet espace de plus, en tournant sur son axe, y emploieroit 3 minutes 56 secondes, qui, jointes aux 23 heures 56 minutes 4 secondes, qu'elle emploie à faire sa révolution entière sur son axe, feroient exactement les 24 heures. Mais il n'en est pas ainsi; la quantité dont le Soleil nous paroît avancer dans l'écliptique, varie tous les jours, pour les raisons que nous avons dites à l'article du *Temps vrai*. (*Voyez* TEMPS VRAI). Cette quantité est tantôt de plus d'un degré, tantôt de moins de 59 minutes; et, en conséquence, les jours astronomiques sont inégaux entr'eux. C'est pour corriger cette inégalité, qu'on prend un terme moyen, c'est-à-dire, qu'on suppose que le soleil parcourt tous les jours un espace égal sur l'écliptique, et cet espace est de 59 minutes 8 secondes et environ 20 tierces de degré. Par-là, tous les jours de temps moyen sont exactement de 24 heures; au lieu que les jours de temps vrai sont tantôt plus, tantôt moins longs; la différence qu'il y a entre la durée des uns et des autres, est ce qu'on appelle *Equation du temps*.

EQUERRE ET LA RÈGLE. Nom que l'on donne en astronomie à une des Constellations de la partie australe du ciel, et qui est placée en grande partie dans la voie lactée, entre le Loup et l'Autel, au-dessous la queue du Scorpion. C'est une des 14 nouvelles Constellations formées par l'*Abbé de la Caille*, d'après les observations qu'il a faites pendant son séjour au Cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette Constellation, dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences, année* 1752, *Pl. XX*. Elle est composée de l'*Équerre et la Règle* de l'architecte.

De cette Constellation, il n'y a qu'une des extrémités de la *Règle*, qui paroisse sur notre horizon; les autres étoiles qui la composent, ont une déclinaison méridionale trop grande, pour pouvoir jamais se lever à notre égard.

EQUIANGLE. Epithète que l'on donne à une figure dont tous les angles sont égaux. Tels sont le triangle équilatéral, dont les trois angles sont chacun de 60 degrés; le quarré, dont les quatre angles sont droits, ou chacun de 90 degrés: telles sont enfin toutes les figures régulières.

EQUILATÉRAL *ou* EQUILATÈRE. Epithète que l'on donne à une figure dont tous les côtés sont égaux, ou d'une même longueur. Ces sortes de figures n'ont pas, pour cela tous leurs angles égaux.

EQUILATÉRAL. (*Triangle*.) (*Voyez* TRIANGLE ÉQUILATÉRAL).

EQUILIBRE. Effet résultant de la parfaite égalité de deux puissances qui agissent en même temps, mais en sens contraires l'une de l'autre. Lorsque deux puissances agissent en même temps sur le même mobile, avec des forces parfaitement égales, de manière que l'une le pousse ou le tire, par exemple, en en-haut, tandis que l'autre le pousse ou le tire en en-bas, ce mobile ne monte ni ne descend; il en résulte l'*Equilibre*. Supposons une balance bien exacte, dont les deux bras du fléau soient parfaitement égaux, et chargée de poids dans l'un et l'autre de ses bassins, le poids qui est à gauche, tend à faire monter l'extrémité droite du fléau, tandis que le poids qui est à droite tend à

faire descendre cette même extrémité. Si ces deux poids sont parfaitement égaux, le fléau ne monte ni ne descend, il demeure en *Équilibre*. (*Voyez* BALANCE).

On voit donc que, pour que deux puissances ou deux forces se fassent *Équilibre*, il faut que ces forces soient égales et qu'elles soient directement opposées l'une à l'autre.

Lorsque plusieurs forces ou puissances agissent les unes contre les autres, il faut commencer par réduire deux de ces puissances à une seule, ce qui se fera en prolongeant leurs directions jusqu'à ce qu'elles se rencontrent, et cherchant ensuite, par les règles de la composition des forces, la direction et la valeur de la puissance qui résulte de ces deux-là; on cherchera ensuite de la même manière la puissance résultante de cette dernière, et d'une autre quelconque des puissances données; et en opérant ainsi de suite, on réduira toutes ces puissances à une seule. Or, pour qu'il y ait *Équilibre*, il faut que cette dernière puissance soit nulle, ou que sa direction passe par quelque point fixe qui en détruise l'effet.

Si quelques-unes de ces puissances étoient parallèles, il faudroit supposer que leur point de concours fût infiniment éloigné, et on trouveroit alors facilement la valeur de la puissance qui en résulteroit et sa direction. (*Voyez la Mécanique de Varignon*).

Le principe de l'*Equilibre* est un des plus essentiels de la mécanique, et on y peut réduire tout ce qui concerne le mouvement des corps qui agissent les uns sur les autres d'une manière quelconque.

Il y a *Equilibre* entre deux corps, lorsque leurs directions sont exactement opposées, et que leurs masses sont entr'elles en raison inverse des vîtesses avec lesquelles ils tendent à se mouvoir. Cette proposition est reconnue pour vraie par tous les mécaniciens. Mais il n'est peut-être pas aussi facile qu'ils l'ont cru, de la démontrer en toute rigueur, et d'une manière qui ne renferme aucune obscurité. Aussi la plupart ont-ils mieux aimé la traiter d'*axiome* que de s'appliquer à la prouver. Cependant, si on veut y faire attention, on verra qu'il n'y a qu'un seul cas où l'*Equilibre* se ma-

nifeste d'une manière claire et distincte, c'est celui où où les deux corps ont des masses égales et des vîtesses de *tendance* égales et en sens contraires. Car alors il n'y a point de raison pour que l'un des corps se meuve plutôt que l'autre. Il faut donc tâcher de réduire tous les autres cas à ce premier cas simple et évident par lui-même; or c'est ce qui ne laisse pas d'être difficile, principalement lorsque les masses sont incommensurables. Aussi n'avons-nous presqu'aucun ouvrage de mécanique où la proposition dont il s'agit soit prouvée avec l'exactitude qu'elle exige. La plupart se contentent de dire que la force d'un corps est le produit de sa masse par sa vîtesse, et que quand ces produits sont égaux, il doit y avoir *Equilibre*, parce que les forces sont égales. Ces auteurs ne prennent pas garde que le mot de *force* ne présente à l'esprit aucune idée nette, et que les mécaniciens même sont si peu d'accord là-dessus, que plusieurs prétendent que la force est le produit de la masse par le quarré de la vîtesse. (*Voyez* FORCES VIVES.) *D'Alembert*, dans son *Traité de Dynamique*, imprimé en 1743, *pag.* 37 *et suiv.* a tâché de démontrer rigoureusement la proposition dont il s'agit, et j'y renvoie mes lecteurs.

De tout cela il s'ensuit, qu'il n'y a qu'une seule loi possible d'*Equilibre*, un seul cas où il ait lieu, celui des masses en raison inverse des vîtesses; que par conséquent un corps en mouvement en mouvra toujours un autre en repos : or ce corps en mouvement, en communiquant une partie du sien, en doit garder le plus qu'il est possible, c'est-à-dire, n'en doit communiquer que ce qu'il faut, pour que les deux corps ailleut de compagnie après le choc avec une vîtesse égale. De ces deux principes résultent les loix du mouvement et de la dynamique; et il résulte de tout ce qui a été dit, que ces loix sont non-seulement les plus simples et les meilleures, mais encore les seules que le Créateur ait pu établir, d'après les propriétés qu'il a données à la matière. (*Voyez* PERCUSSION.)

Sur l'*Equilibre* des fluides (*Voyez* FLUIDE, HYDROSTATIQUE).

Au reste, on ne devroit, à la rigueur, employer le

le mot *Equilibre*, que pour désigner le repos de deux puissances ou deux corps, qui sont dans un état d'effort continuel, et continuellement contrebalancé par un effort contraire; en sorte que, si un des deux efforts contraires venoit à cesser ou à être diminué, il s'en suivroit du mouvement. Ainsi deux poids attachés aux bras d'une balance sont en *Equilibre* dans le sens proprement dit: car ces deux poids agissent sans cesse l'un contre l'autre, et si vous diminuez un des poids, la balance sera en mouvement. Au contraire, deux corps égaux et durs qui se choquent en sens opposé avec des vîtesses égales, détruisent à la vérité leurs mouvemens, mais ne sont pas proprement en *Equilibre*, parce que l'effort réciproque des deux corps est anéanti par le choc; après l'instant du choc, ces deux corps ont perdu leur tendance même au mouvement, et sont dans un repos absolu et respectif; en sorte que, si on ôtoit un des corps, l'autre resteroit en repos sans se mouvoir. Cependant, pour généraliser les idées et simplifier le langage, nous donnons, dans cet article, le nom d'*Equilibre* à tout état de deux puissances ou forces égales qui se détruisent, soit que cet état soit instantané, soit qu'il dure aussi long-temps qu'on voudra.

Equilibre. (*Centre d'*) (*Voyez* Centre d'Equilibre.)

EQUINOXE. Temps auquel le Soleil est dans l'Equateur, et où le jour est égal à la nuit. Ce temps arrive deux fois dans l'année; il y a donc deux jours d'*Equinoxes*, savoir: le jour où le Soleil arrive au premier point du Bélier, qui est le 30 ventôse ou le 1 germinal (le 20 ou le 21 mars), et le jour où le Soleil arrive au premier point de la Balance, qui est le 1 vendémiaire, (le 22 ou le 23 septembre.) C'est le premier de ces jours que commence notre Printemps; aussi est-il nommé *Equinoxe du Printemps*. L'autre est celui où commence notre Automne; c'est pourquoi on l'appelle *Equinoxe d'Automne*. Ces deux jours-là, le Soleil décrit l'Equateur, qui est coupé par l'horizon en deux parties égales; par conséquent cet astre demeure douze heures au-dessus de l'horizon, et douze heures au-dessous; ce qui rend le jour, relativement à la pré-

sence du soleil sur l'horizon, parfaitement égal à la nuit.

EQUINOXES. (*Précession des*) (*Voyez* PRÉCESSION DES EQUINOXES).

EQUINOXIAL. Epithète que l'on donne à tout ce qui a rapport à l'Equinoxe. Ainsi l'on dit *Ligne Equinoxiale*, pour désigner la ligne que le soleil paroît décrire dans le temps des Equinoxes. On appelle *Points Equinoxiaux*, les deux points d'intersection de l'Equateur et de l'Ecliptique, etc.

EQUINOXIAL. (*Cercle*) (*Voyez* CERCLE EQUINOXIAL).

EQUINOXIALE. (*Ligne*) (*Voyez* LIGNE EQUINOXIALE).

EQUINOXIAUX. (*Points*) (*Voyez* POINTS EQUINOXIAUX).

EQUIPONDÉRANCE. Égalité de pesanteur, ou plus exactement égalité de tendance de deux ou plusieurs corps vers un centre commun.

L'*Equipondérance* diffère de l'équilibre, en ce que l'équilibre résulte d'une égalité de forces qui agissent en sens contraires, et que l'*Equipondérance* vient de l'égalité de la gravitation des corps comparés. (*Voyez* EQUILIBRE et GRAVITATION). Un corps est *Equipondérant* avec l'eau, lorsqu'il se soutient dans ce fluide indifféremment en tel endroit qu'on le place.

ERE. Terme d'où l'on commence à compter les années. Ce terme étant une chose arbitraire, il n'est pas étonnant que les peuples de l'antiquité ne se soient pas servi du même : aussi compte-t-on plusieurs *Eres*, qui toutes ont été réduites aux années de la période Julienne.

L'*Ere Grecque*, appelée aussi *Ere des Olympiades*, de laquelle les Grecs comptoient les années, commence dans la 3938e année de la période Julienne, 776 ans avant la naissance de JÉSUS-CHRIST (*Voyez* ÉPOQUE DES OLYMPIADES).

L'*Ere de la fondation de Rome*, de laquelle les Juifs comptoient autrefois les années, commence dans la 3961e. année de la période Julienne, 753 ans avant

la naissance de JÉSUS-CHRIST. (*Voyez* EPOQUE DE LA FONDATION DE ROME).

L'*Ere de Nabonassar*, appelée aussi *Ere des Babyloniens*, de laquelle les Babyloniens comptoient les années, commence dans la 3967e. année de la période Julienne, 747 ans avant la naissance de JÉSUS-CHRIST. (*Voyez* EPOQUE DE NABONASSAR).

L'*Ere Chrétienne*, appelée aussi *Ere de la Naissance* de JÉSUS-CHRIST, de laquelle les Chrétiens comptent les années, commence dans la 4714e. année de la période Julienne, l'année même de la naissance de JÉSUS-CHRIST. (*Voyez* EPOQUE CHRÉTIENNE).

L'*Ere des Martyrs*, appelée aussi *Ere de Persécution*, ou *Ere Dioclétienne*, de laquelle les premiers Chrétiens comptoient les années, et dont les Maures se servent encore aujourd'hui, commence dans la 4997e. année de la période Julienne, 283 ans après la naissance de JÉSUS-CHRIST. (*Voyez* EPOQUE DIOCLÉTIENNE).

L'*Ere des Turcs*, qui est en usage parmi les Turcs et les autres peuples de la religion Mahométane, et qu'on appelle aussi *Ere de l'Hégire*, commence dans la 5335e. année de la période Julienne, 621 ans après la naissance de JÉSUS-CHRIST. (*Voyez* EPOQUE DE MAHOMET).

L'*Ere Française*, qui est aujourd'hui en usage parmi les Français, commence le 22 septembre de l'année 1792 de l'Ere Chrétienne (*Voyez* EPOQUE DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE), qui est la 6505e année de la période Julienne, 1792 ans après la naissance de JÉSUS-CHRIST. (*Voyez* PERIODE JULIENNE).

ERIDAN. (*Le fleuve*) Nom que l'on donne en astronomie à une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est placée au-dessous de la Baleine, commençant au pied occidental d'Orion, tout auprès de Rigel, et finissant, après plusieurs courbures, dessous le Phœnix. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*. (*Voyez l'Astronomie de la Lande, page* 180).

Il y a, dans la constellation du *Fleuve Eridan*, une étoile de la première grandeur, qui est connue sous le nom d'*Acarnar*, et qui est placée à l'extrémité méri-

dionale de l'*Eridan*, sous le Phœnix. Cette étoile a une trop grande déclinaison méridionale, pour jamais paroître sur notre horizon, de sorte qu'elle ne se lève jamais pour nous.

ESPACE. On peut en général donner à ce mot la même signification qu'à celui d'*Etendue*. (*Voyez* ETENDUE). L'espace qu'occupe un corps est son *Etendue*.

On appelle aussi en Physique *Espace*, le chemin que parcourent les corps qui se meuvent. Quand deux corps parcourent des lignes également longues, on dit qu'ils parcourent des *Espaces* égaux, etc.

ESPRIT DE NITRE. C'est la même chose que l'Acide nitrique étendu d'eau. (*Voyez* ACIDE NITRIQUE).

ESPRIT DE SEL. C'est la même chose que l'acide muriatique. (*Voyez* ACIDE MURIATIQUE).

ESPRIT-DE-VIN, appelé aussi *Alcohol*. Liqueur inflammable, légère, volatile, très-fluide, d'une odeur et d'une saveur fortes, pénétrantes et agréables, et parfaitement limpide.

Cet *Esprit* s'enflamme aisément, et sans qu'il soit besoin de chauffer, mais seulement à sa surface, parce que de même que tous les autres corps combustibles, il ne peut brûler qu'en contact avec l'air. Sa flamme est légère, blanchâtre au centre, bleuâtre vers ses bords, et peu lumineuse. Elle est tranquille, ne fait aucun petillement, et ne produit ni fumée, ni suie, ni charbon.

L'*Esprit-de-vin* s'extrait de toutes les substances qui ont subi la fermentation vineuse. Tels sont les raisins, les pommes, les poires, les grains, etc. Il est miscible avec l'eau sans intermède, et en toutes sortes de proportions. Il se mêle aux acides, en diminuant leur acidité. Il est le dissolvant des résines et de toutes les huiles essentielles; mais il ne dissout point les huiles grasses, à moins qu'elles n'aient été altérées par la rancidité et par l'action du feu.

L'*Esprit-de-vin* a la propriété de coaguler le sang des animaux: il est donc très-sage de ne pas faire un usage trop fréquent de liqueurs spiritueuses.

L'*Esprit-de-vin* est un très-puissant anti-putride.

Aussi l'emploie-t-on avec succès pour préserver de la corruption les matières qui en sont susceptibles.

ESPRIT DE VITRIOL. C'est la même chose que l'acide sulfurique étendu d'eau. (*Voyez* ACIDE SULFURIQUE).

EST. L'un des quatre points cardinaux qui divisent l'horizon en quatre parties égales : c'est la même chose que l'Orient. (*Voyez* ORIENT).

EST. Nom d'une des quatre principales plages. (*Voyez* PLAGE). C'est le point de l'horizon qui est coupé par l'équateur du côté où les astres se lèvent ; c'est aussi le nom du vent qui souffle de ce côté-là.

EST-NORD-EST. Nom de la plage qui est placée au milieu de l'espace qui sépare l'*Est* du *Nord-Est*. Cette plage décline de 22 degrés 30 minutes de l'*Est* au *Nord*. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

EST-QUART-NORD-EST. Nom de la plage qui est située au milieu de l'espace qui sépare l'*Est* de l'*Est-Nord-Est*. Cette plage décline de 11 degrés 15 minutes de l'*Est* au *Nord*. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

EST-QUART-SUD-EST. Nom de la plage qui est placée au milieu de l'espace qui sépare l'*Est* de l'*Est-Sud-Est*. Cette plage décline de 11 degrés 15 minutes de l'*Est* au *Sud*. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

EST-SUD-EST. Nom de la plage qui est placée au milieu de l'espace qui sépare l'*Est* du *Sud-Est*. Cette plage décline de 22 degrés 30 minutes de l'*Est* au *Sud*. Le vent qui souffle de cette plage porte le même nom qu'elle.

ETAIN. Métal d'une couleur blanche, qui approche de celle de l'argent.

L'*Etain* n'est pas tout-à-fait si mou que le plomb ; mais il l'est plus que l'or, l'argent, le cuivre, le platine et le fer. Il est assez ductile, comme il paroît, par l'emploi que l'on en fait pour étamer, et par les feuilles minces dans lesquelles on le réduit ; il l'est cependant moins que l'or, l'argent, le platine et le fer. Il a plus d'élasticité que le plomb ; mais il en a moins que le fer,

le cuivre, le platine, l'argent et l'or. Il est, après le plomb, le moins ténace de tous les métaux; car sa tenacité n'égale que 1 $\frac{2}{3}$ fois celle du plomb. Il est plus sonore que le plomb, l'or et le platine; mais il l'est beaucoup moins que le cuivre, l'argent et le fer: de sorte que par lui-même il n'est pas fort sonore; mais lorsqu'on l'allie avec d'autres métaux, il les rend plus sonores; et il acquiert lui-même cette propriété, lorsqu'on lui joint quelqu'autre métal ou demi-métal. C'est donc une erreur de croire que plus l'*Etain* est sonore, plus il est pur.

L'*Etain* est celui de tous les métaux qui entre le plus aisément en fusion au feu; car il s'y fond très-promptement, il ne lui faut pour cela que 168 degrés de chaleur; et après la fusion, une partie se convertit en vapeurs ou en fumée, l'autre se change en une cendre ou oxide gris, appelé *potée*. Si on augmente le feu, cet oxide prend la couleur d'un verre opale. Si on mêle cette cendre grise avec du verre de plomb ou quelqu'autre verre, elle le rend opaque et d'une couleur laiteuse, de même que feroient des os calcinés.

L'*Etain* est de tous les métaux le moins fixe au feu; il ne rougit au feu qu'après y être entré en fusion, encore faut-il lui donner un degré de feu violent. Par le moyen du miroir ardent, l'*Etain* donne une fumée épaisse ou des fleurs blanches; ce métal se réduit d'abord en une cendre blanche fort déliée, qui se change ensuite en petits crystaux ou filets crystallins, que le miroir ardent ne peut mettre en fusion, à moins qu'on n'y joigne de la matière grasse ou des charbons; pour lors ces crystaux se réduisent de nouveau en *Etain*.

L'*Etain*, lorsqu'il est bien pur, ne souffre aucune altération remarquable ni à l'air, ni dans l'eau; mais il se dissout dans l'acide sulfurique; il se dissout aussi dans l'acide muriatique; et lorsqu'on l'y met en digestion, il donne ordinairement une couleur jaune au dissolvant. Il est encore rongé par l'acide nitreux, avec une effervescence considérable; malgré cela, il s'en dissout fort peu; mais si on verse de nouvel acide sur l'*Etain*, qui a été dissous ou rongé, il se précipite

une poudre blanche, qui se dissout dans l'acide muriatique.

L'*Etain* s'amalgame avec le mercure, comme cela est prouvé par l'usage qu'on en fait pour étamer les glaces; il ne s'amalgame cependant pas avec le mercure si aisément que l'or et l'argent, mais beaucoup plus aisément que les autres métaux.

Quelques chimistes prétendent qu'on trouve quelquefois l'*Etain* à l'état natif; mais cela est fort rare. Il est le plus souvent minéralisé par le fer, et quelquefois par le soufre. Ses mines sont ou rouges, ou noires, ou blanches.

La *mine d'Etain rouge* est composée de crystaux d'un rouge de grenat, et qui ont une sorte de transparence. Elle se présente ordinairement en polyèdres irréguliers. Dans cette mine, l'*Etain* est minéralisé par le fer. Sa pesanteur spécifique est 69348.

La mine d'Etain noire ne paroît différer de la précédente, qu'en ce qu'elle est noire et tout-à-fait opaque : sans doute qu'elle tient une plus grande quantité de fer. Sa pesanteur spécifique n'est cependant que 69009.

La *mine d'Etain blanche* crystallise en octaèdres. Son tissu est lamelleux : elle renferme souvent des portions de la *mine d'Etain rouge*. Celle de Cornouailles a produit à *Sage* 64 livres d'*Etain* par quintal.

Bergmann prétend avoir trouvé de l'*Etain* sulfureux parmi des minéraux qui venoient de Sibérie. Il dit que cette mine ressembloit, à l'extérieur, à de l'or massif; mais qu'à l'intérieur elle offroit une masse en crystaux rayonnés, blanche, brillante, et fragile, et prenant à l'air des couleurs changeantes.

Lorsqu'on tient l'*Etain* en fusion pendant quelque temps exposé à l'action de l'air, sa surface se ride, et se couvre d'une pellicule grise, qui est un oxide d'*Etain*. Si l'on enlève cette première couche, on découvre l'*Etain* avec tout son brillant; mais il perd bientôt cet éclat, et s'oxide de nouveau : en continuant de le chauffer, on pourroit oxider ainsi la totalité. C'est cet oxide qu'on appelle *potée d'Etain*, que les fondeurs, qui courent les campagnes, appellent *crasses de l'Etain*. Ils ont grand soin d'enlever souvent cette pellicule grise, pour *dé-*

crasser, disent-ils, le métal ; et ils ne rendent au paysan que ce qu'ils ne lui ont pas ainsi volé. Ils savent très-bien fondre ces prétendues *crasses* à travers les charbons, et en retirer de bon *Etain*. Lorsque l'oxide d'*Etain* est blanc, il sert à rendre le verre opaque ; ce qui forme l'émail. L'*Etain*, en passant à l'état d'oxide, augmente de poids d'une quantité égale à $\frac{10}{100}$ de son poids.

L'acide sulfurique dissout l'*Etain* à l'aide de la chaleur ; mais une partie de l'acide s'échappe sous la forme de gaz acide sulfureux : l'acide sulfurique dissout beaucoup mieux l'*Etain déjà oxidé*. L'eau seule est capable de précipiter ce métal oxidé.

L'acide nitrique oxide l'*Etain* sur-le-champ en le corrodant : et l'on voit tout de suite le métal se précipiter en oxide blanc : il se dégage alors beaucoup de gaz nitreux. Si l'on charge l'acide nitrique de tout l'*Etain* qu'il peut oxider, et qu'on lave cet oxide avec beaucoup d'eau distillée, l'évaporation fournit un sel qui détonne seul dans un creuset bien chauffé, et qui brûle avec une flamme blanche et épaisse comme celle du phosphore.

L'acide muriatique dissout l'*Etain* à froid et à chaud. Il se dégage, pendant l'effervescence, un gas très-fétide. La dissolution est jaunâtre, et fournit, par l'évaporation, des crystaux en aiguilles qui attirent l'humidité de l'air.

L'acide nitro-muriatique et le muriate oxigéné, qu'on peut regarder comme le même dissolvant, dissolvent l'*Etain* très-promptement : il s'excite alors une chaleur violente. Les meilleures proportions, pour faire un bon dissolvant de l'*Etain*, sont 2 parties d'acide nitrique et 1 partie d'acide muriatique.

L'*Etain* du commerce est allié avec divers métaux. L'ordonnance permet d'y mêler un peu de cuivre et de bismuth : le cuivre lui donne de la dureté ; le bismuth fait reparoître son brillant altéré par le cuivre, et il le rend plus sonore. Les *potiers d'étain* se permettent d'y mêler de l'antimoine, du zinc, et du plomb, et quelquefois de l'arsenic, mais en très-petite dose. L'anti-

moine le durcit; le zinc le blanchit, et le plomb le détériore.

L'*Etain* est employé pour faire les amalgames électriques. (*Voyez* AMALGAMES ÉLECTRIQUES).

L'*Etain* sert à étamer les glaces et la batterie de cuisine; mais il faut qu'il soit pur. Les chaudronniers y mettent souvent du plomb; ce qui rend l'étamage dangereux: il y a donc alors, non-seulement le danger du cuivre, mais encore celui de l'étamage. Ils ne peuvent pas mettre du plomb pour la batterie de cuisine de fer battu, parce que l'étamage n'y prendroit pas bien. Il est bien étonnant qu'on n'abandonne pas le cuivre, pour y substituer le fer, qui n'a rien de dangereux ni en lui-même, ni dans son étamage.

L'*Etain* allié au cuivre forme l'airain. (*Voyez* AIRAIN). Trois parties d'*Etain*, sept de bismuth, et cinq de plomb forment un alliage qui se liquéfie dans l'eau bouillante.

L'*Etain* est le moins pesant de tous les métaux, si l'on en excepte le fer de fonte. Lorsqu'il est bien pur et simplement fondu, sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée, comme 72914 est à 10000. Un pouce cube de cet *Etain* pèse 144472 milligrammes (4 onces 5 gros 58 grains): et un pied cube pèse 249659147 milligrammes (510 livres 6 onces 2 gros 68 grains). Lorsque cet *Etain* a été fortement écroui, sa pesanteur spécifique est un peu plus grande; elle est à celle de l'eau distillée, comme 72994 est à 10000. Elle augmente donc par l'écroui d'environ $\frac{1}{912}$. Le pouce cube de cet *Etain* peseroit donc 144631 milligrammes (4 onces 5 gros 61 grains); et le pied cube 249933071 milligrammes (510 livres 15 onces 2 gros 45 grains).

Il y a dans le commerce plusieurs espèces d'*Etain*: l'une connue sous le nom d'*Etain de Mélac*, qui est le plus fin de tous, et qui approche du degré de pureté de celui dont nous venons de parler. Sa pesanteur spécifique, est à celle de l'eau distillée, comme 72963 est à 10000. Un pouce cube de cet *Etain* pèse 144578 milligrammes (4 onces 5 gros 60 grains): et le pied cube pèse 249826920 milligrammes (510 livres 11 onces 6 gros 61 grains). Lorsque cet *Etain* a été fortement écroui, sa pesanteur spécifique est un peu augmentée: elle est

à celle de l'eau distillée, comme 73065 est à 10000. Le pouce cube de cet *Etain* peseroit donc 144791 milligrammes (4 onces 5 gros 64 grains) : et le pied cube 250176158 milligrammes (511 livres 7 onces 2 gros 17 grains). Sa densité augmente donc par l'écroui de $\frac{1}{716}$.

Outre cela les potiers tiennent quatre autres espèces d'*Etain* plus alliés les uns que les autres; savoir, l'*Etain neuf*, l'*Etain fin*, l'*Etain commun*, et l'*Etain* dit *claire-étoffe*. Les deux premiers ont beaucoup moins d'alliage que les autres : celui du plus bas aloi, tient jusqu'à un tiers de son poids de plomb.

La pesanteur spécifique de l'*Etain neuf* est à celle de l'eau distillée, comme 73013 est à 10000. Un pouce cube de cet *Etain* pèse 144684 milligrammes (4 onces 5 gros 62 grains) : et le pied cube 249998142 milligrammes (511 livres 1 once 3 gros 47 grains). Lorsque cet *Etain* a été fortement écroui, sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée, comme 73115 est à 10000. Elle augmente donc par l'écroui d'environ $\frac{1}{716}$. Le pouce cube de cet *Etain* peseroit 144897 milligrammes (4 onces 5 gros 66 grains) : et le pied cube 250347381 milligrammes (511 livres 12 onces 7 gros 3 grains).

La pesanteur spécifique de l'*Etain fin* est à celle de l'eau distillée, comme 74789 est à 10000. Un pouce cube de cet *Etain* pèse 148187 milligrammes (4 onces 6 gros 56 grains); et le pied cube 256079189 milligrammes (523 livres 8 onces 2 gros 68 grains). Mais lorsque cet *Etain* a été fortement écroui, sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée, comme 75194 est à 10000. Elle augmente donc par l'écroui d'environ $\frac{1}{181}$. Le pouce cube de cet *Etain* peseroit 148984 milligrammes (4 onces 6 gros 71 grains); et le pied cube 257465899 milligrammes (526 livres 5 onces 5 gros 59 grains).

La pesanteur spécifique de l'*Etain commun* est à celle de l'eau distillée, comme 79200 est à 10000. Un pouce cube de cet *Etain* pèse 156945 milligrammes (5 onces 1 gros 5 grains); et le pied cube pèse 271182527 milligrammes (554 livres 6 onces 3 gros 14 grains).

La pesanteur spécifique de l'*Etain* dit *claire-étoffe*,

est à celle de l'eau distillée, comme 84869 est à 10000. Le pouce cube de cet *Etain* pèse 168144 milligrammes (5 onces 4 gros); et le pied cube pèse 290593334 milligrammes (594 livres 1 once 2 gros 45 grains).

Ces deux dernières espèces ne changent point, ou presque point, de densité par l'écroui; ce qui vient sans doute de ce qu'elles sont alliées avec beaucoup de plomb, qui ne change guère lui-même de densité par cette voie. Aussi remarque-t-on que l'écroui n'augmente que peu, ou même point, l'élasticité de ces métaux. (*Voyez* PLOMB). (*Voyez aussi les Mémoires de l'Académie des Sciences, année 1772, deuxième partie, page 25 et suivantes.*

ÉTÉ. L'une des quatre saisons de l'année. Il commence lorsque le soleil, s'approchant de plus en plus du Zénith, a atteint sa plus grande hauteur méridienne; c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique, qui coupe le colure des solstices; et il finit, lorsque le soleil, s'éloignant ensuite de plus en plus du Zénith, est parvenu à une hauteur méridienne moyenne entre sa plus grande et sa plus petite; c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique qui coupe l'équateur. Ainsi pour ceux qui habitent l'hémisphère septentrional, au moins pour les habitans de la Zone tempérée et de la Zone glaciale septentrionales, l'*Eté* commence, lorsque le soleil arrive au premier point du signe du *Cancer*, savoir, le 3 ou 4 messidor (le 21 ou 22 juin); et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe de la *Balance*, savoir, le premier vendémiaire (le 22 ou 23 septembre). Mais, pour les habitans de la Zone tempérée et de la Zone glaciale méridionales, l'*Eté* commence, lorsque le soleil arrive au premier point du signe du *Capricorne*, savoir, le premier ou 2 nivôse (le 21 ou 22 décembre), et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe du *Bélier*, savoir, le 30 ventôse ou le premier germinal (le 20 ou le 21 mars). A l'égard de ceux qui habitent sous la Zone torride, leur *Eté* commence lorsque le soleil est à midi à leur Zénith.

Le jour où l'*Eté* commence, est celui qui est le plus long de l'année, et la nuit la plus courte; c'est-à-dire,

que le soleil demeure au-dessus de l'horizon le plus long-temps, et au-dessous le moins de temps qu'il est possible pour chaque lieu : et la différence de la longueur du jour à celle de la nuit est d'autant plus grande, que le lieu dont il s'agit, a une plus grande latitude.

La grande chaleur de l'*Eté* vient principalement de deux causes. Premièrement de la longueur des jours et de la brièveté des nuits : le soleil restant plus long-temps sur l'horizon qu'au-dessous, échauffe davantage le terrein ; et les nuits étant proportionnellement plus courtes, causent moins de réfroidissement. Secondement de ce qu'en *Eté* les rayons solaires tombent sur la surface de la terre ou perpendiculairement, ou du moins beaucoup moins obliquement qu'en hiver : d'où il arrive qu'ils ont une moindre épaisseur d'air à traverser, et que la surface de la terre en reçoit un plus grand nombre. L'éloignement et la proximité du soleil influent bien moins sur la chaleur et sur le froid ; car le soleil est plus éloigné de la terre au mois de juin qu'au mois de décembre ; la différence est de près de 1200000 de lieues ; et cependant cela n'empêche pas que nous n'ayons nos plus grandes chaleurs dans le temps même où le soleil est plus loin de nous.

La première cause, savoir, la longueur des jours, doit nous faire croire que les peuples les plus voisins des poles, qui, eu égard à la grande obliquité des rayons solaires, ne devroient avoir, pour ainsi dire, que des *Etés* froids, ne laissent pas que d'éprouver des chaleurs assez grandes, parce que le soleil demeure sur leur horizon pendant plusieurs mois de suite, et y agit sans relâche. Au contraire, la longueur des nuits entre les deux tropiques, et les pluies qui y sont très-fréquentes, modèrent beaucoup la chaleur, qui devroit y être excessive, eu égard à la direction des rayons solaires, qui y tombent sur la surface de la terre, ou perpendiculairement, ou du moins avec peu d'obliquité.

Le premier jour de l'*Eté* étant celui où le soleil darde ses rayons le plus à plomb, ce devroit être naturellement le jour de la plus grande chaleur ; cependant c'est ordinairement vers le mois d'août, c'est-à-dire, au milieu de l'*Eté* que nous ressentons le plus grand chaud : cela

vient de la longueur des jours et de la briéveté des nuits de l'*Eté*, qui font que la chaleur que le soleil a donnée à la terre pendant le jour, subsiste encore en partie au commencement du jour suivant, et s'ajoute ainsi à celle que le soleil donne de nouveau. La chaleur ainsi conservée de plusieurs jours consécutifs, forme vers le milieu de l'*Eté* la plus grande chaleur possible. (*Voyez* CHALEUR).

ETENDU. On appelle ainsi une chose qui a de l'*Etendue*. (*Voyez* ETENDUE).

ETENDUE. Les géomètres entendent par ce mot les trois dimensions, savoir, *longueur*, *largeur* et *profondeur*, prises ensemble ou séparément. On peut donc distinguer trois sortes d'*Etendues*. L'*Etendue* en longueur seulement, qu'on appelle *Ligne*. L'*Etendue* en longueur et largeur seulement, que l'on nomme *surface* ou *superficie*. Enfin l'*Etendue* en longueur, largeur et profondeur, qu'on nomme indifféremment *solide*, *corps* ou *volume*.

ETHER. Nom que l'on donne à un fluide extrêmement subtil et élastique, qui est répandu dans tout l'univers, qui remplit l'espace dans lequel les planètes se meuvent, qui pénètre et s'insinue avec facilité dans les corps les plus durs et les plus compactes, qui en remplit la plupart des pores, et qui se laisse traverser lui-même sans faire presque aucune résistance. En effet, la résistance qu'oppose l'*Ether* aux corps qui se meuvent dans ce fluide, doit être bien petite, puisqu'elle n'altère pas sensiblement le mouvement des planètes.

L'*Ether* s'appelle aussi *matiere éthérée*; et c'est la même chose que *la matiere subtile* ou *la matière du premier élément de Descartes*. Ce fluide influe, dit-on, considérablement sur le mécanisme de l'univers, et sur la plupart des phénomènes. C'est par son moyen qu'on en explique un grand nombre, qui, sans cela, seroient tout-à-fait inexplicables. (*Voy.* MATIÈRE SUBTILE).

Plusieurs philosophes ne sauroient concevoir que la plus grande partie de l'univers soit entièrement vide; c'est pourquoi ils le remplissent d'une sorte de matière appelée *Ether*. Quelques-uns conçoivent cet *Ether* comme un corps d'un genre particulier, destiné uniquement

à remplir les vides qui se trouvent entre les corps célestes; et, par cette raison, ils le bornent aux régions qui sont au-dessus de notre athmosphère. D'autres le font d'une nature si subtile, qu'il pénètre l'air et les autres corps, et occupe leurs pores et leurs intervalles. D'autres nient l'existence de cette matière différente de l'air, et croient que l'air lui-même, par son extrême ténuité et par cette expansion immense dont il est capable, peut se répandre jusque dans les intervalles des étoiles, et être la seule matière qui s'y trouve. (*Voyez* AIR).

L'*Ether* ne tombant pas sous les sens, et étant employé uniquement, ou en faveur d'une hypothèse, ou pour expliquer quelques phénomènes réels ou imaginaires, les physiciens se donnent la liberté de l'imaginer à leur fantaisie. Quelques-uns croient qu'il est de la même nature que les autres corps, et qu'il en est seulement distingué par sa ténuité et par les autres propriétés qui en résultent; et c'est là l'*Ether prétendu philosophique*. D'autres prétendent qu'il est d'une espèce différente des corps ordinaires, et qu'il est comme un cinquième élément, d'une nature plus pure, plus subtile, et plus spiritueuse que les substances qui sont autour de la terre, et dont aussi il n'a pas les propriétés, comme la gravité, etc. Telle est l'idée ancienne et commune que l'on avoit de l'*Ether*, ou de la matière *éthérée*.

Le terme d'*Ether* se trouvant donc embarrassé par une si grande variété d'idées, et étant appliqué arbitrairement à tant de différentes choses, plusieurs philosophes modernes ont pris le parti de l'abandonner, et de lui en substituer d'autres qui exprimassent quelque chose de plus précis.

Les Cartésiens emploient le terme de *matière subtile* pour désigner leur *Ether*. *Newton* emploie quelquefois celui d'*Esprit subtil*, comme à la fin de ses *principes;* et d'autres fois celui de *milieu subtil* ou *éthéré*, comme dans son *Optique*. Au reste, quantité de raisons semblent démontrer qu'il y a dans l'air une matière beaucoup plus subtile que l'air même. Après qu'on a pompé l'air d'un récipient, il y reste une matière différente

de l'air; comme il paroît par certains effets que nous voyons être produits dans le vide. La chaleur, suivant l'observation de *Newton*, se communique à travers le vide, presqu'aussi facilement qu'à travers l'air. Or une telle communication ne peut se faire sans le secours d'un corps intermédiaire. Ce corps doit être assez subtil pour traverser les pores d'un verre; d'où l'on peut conclure qu'il traverse aussi ceux de tous les autres corps, et par conséquent qu'il est répandu dans toutes les parties de l'espace. (*Voyez* CHALEUR, FEU, etc.)

Newton, après avoir ainsi établi l'existence de ce milieu éthéré, passe à ses propriétés, et dit, qu'il est non-seulement plus rare et plus fluide que l'air, mais encore beaucoup plus élastique et plus actif : et qu'en vertu de ces propriétés, il peut produire une grande partie des phénomènes de la Nature. C'est, par exemple, à la pression de ce milieu que *Newton* semble attribuer la gravité de tous les autres corps; et à son élasticité, la force élastique de l'air et des fibres nerveuses, l'émission, la réfraction, la réflexion, et les autres phénomènes de la lumière; comme aussi le mouvement musculaire, etc. On sent assez que tout cela est purement conjectural : sur quoi *Voyez les articles* PESANTEUR, GRAVITÉ, etc.

L'*Ether* des Cartésiens non-seulement pénètre, mais encore remplit exactement, selon eux, tous les vides des corps, en sorte qu'il n'y a aucun espace dans l'univers qui ne soit absolument plein. (*Voyez* MATIÈRE SUBTILE, PLEIN, CARTÉSIANISME, etc.

Newton combat ce sentiment par plusieurs raisons, en montrant qu'il n'y a dans les espaces célestes aucune résistance sensible; d'où il s'ensuit que la matière qui y est contenue, doit être d'une rareté prodigieuse, la résistance des corps étant proportionnelle à leur densité : si les cieux étoient remplis exactement d'une matière fluide, quelque subtile qu'elle fût, elle résisteroit au mouvement des planètes et des comètes, beaucoup plus que ne feroit le mercure. (*Voyez* RÉSISTANCE, VIDE, PLANÈTE, COMÈTE, etc.)

ETHER. *Terme de Chimie.* On nomme ainsi une liqueur très-limpide, sans couleur, d'une odeur parti-

culière, très-pénétrante, et que l'on retire de l'esprit-de-vin par l'intermède de l'acide sulfurique ou de l'acide nitrique. C'est de toutes les liqueurs connues la plus ténue, la plus volatile et la plus inflammable. Elle est si volatile que, si l'on en jette en l'air une pleine cuiller à café, elle s'évapore sur-le-champ, et il n'en retombe pas une goutte par terre : aussi cause-t-elle un refroidissement assez considérable, par sa prompte évaporation. Elle est si inflammable, qu'elle brûle sur la surface de l'eau froide, quoiqu'il n'y en ait même qu'une très-petite quantité.

ÉTHÉRÉ. Epithète que l'on donne à ce qui appartient à l'*Ether*, ou qui tient de la nature de l'*Ether*. Ainsi l'on dit *Matière Ethérée* pour désigner la matière de l'*Ether*, etc.

ETHÉRÉ. (*Milieu*) (*Voyez* MILIEU ÉTHÉRÉ).

ETINCELLES. *Terme d'Electricité.* Nom que l'on a donné à ces traits de feu brillans, que l'on apperçoit, et qui éclatent entre un corps fortement électrisé et le doigt, ou tout autre corps non-électrique, qu'on en approche de fort près.

Ces *Etincelles* naissent par le choc et la collision mutuelle des rayons de la matière effluente contre ceux de la matière affluente. (*Voyez* MATIÈRE EFFLUENTE *et* MATIÈRE AFFLUENTE). La preuve de cela, c'est que, si l'on présente au corps électrisé un corps qui soit de la nature de ceux qui ne fournissent que peu ou point de cette matière affluente, comme, par exemple, un morceau de soufre, ou de cire d'Espagne, etc., on n'appercevra entre ces deux corps aucunes *Etincelles ;* car alors il n'y aura point le choc nécessaire pour les faire naître.

Ces *Etincelles* se font sentir avec douleur aux corps animés qui contribuent à les faire éclater. Cette douleur est encore causée par le choc des deux matières effluente et affluente. La matière effluente sort avec violence du corps électrisé, et se porte vers le corps non-électrique qu'on lui présente ; et en même temps la matière affluente sort du corps non-électrique, et se porte vers le corps électrisé. Ces deux courans, en se rencontrant et se choquant, s'obligent mutuellement à rebrousser

rebrousser chemin ; et c'est cette répercussion qui cause la douleur que l'on ressent alors. Et si l'*Etincelle* éclate entre deux corps animés, dont l'un soit actuellement isolé et électrique, et l'autre non-isolé et non-électrisé, tous deux ressentent la même douleur. Cette douleur est d'autant plus violente, que le degré actuel d'électricité est plus considérable ; ce qui rend le choc plus violent, et par conséquent la répercussion plus grande. C'est la raison pour laquelle la commotion, qu'on éprouve dans l'expérience de *Leyde*, et qui est causée par une pareille répercussion, est si violente : car on se sert, dans cette expérience, d'un appareil qui donne à la vertu électrique une énergie singulière ; et la répercussion se fait en même temps par deux côtés opposés, ce qui augmente considérablement l'effet. (*Voyez* EXPÉRIENCE DE LEYDE).

ETOILE POLAIRE. Nom que l'on donne à l'*Etoile B* (*Pl. LV III, fig.* 1) de l'extrémité de la queue de la *Petite Ourse*, parce qu'elle est la plus proche du pole boréal, n'en étant éloignée que d'environ deux degrés. Cette *Etoile* est d'une grande utilité aux astronomes et aux navigateurs à cause de sa proximité du pole : elle sert principalement pour connoître l'élévation du pole ou la latitude ; c'est pourquoi il est bon d'avoir un moyen simple de la connoître. Pour reconnoître aisément cette *Etoile*, il faut chercher dans le ciel, vers le nord, un arrangement de sept étoiles (*Pl. LV III, fig.* 2), qui forment une constellation connue sous le nom de *Grande Ourse*, et qu'on appelle vulgairement *Chariot de David*. De ces sept étoiles, quatre, *c*, *d*, *e*, *f*, forment une espèce de quarré, qui représente le corps de l'animal ; et les trois autres en représentent la queue. Cette constellation étant une fois trouvée, on conçoit une ligne droite, *c d B*, qui passant par les deux premières *Etoiles c* et *d* du quarré, aille rencontrer une autre *Etoile* brillante de la seconde grandeur. Cette dernière *Etoile B* (*fig.* 1), est celle de l'extrémité de la queue de la *Petite Ourse*, et que l'on appelle *Etoile Polaire*.

Elle fut ainsi nommée par ceux qui l'observèrent les premiers, parce qu'étant très-peu éloignée du pole,

ou du point sur lequel tout le ciel paroit tourner, elle décrit à l'entour un cercle si petit, qu'il est presque insensible, ensorte qu'on la voit toujours vers le même point du ciel; cependant la distance de l'*Etoile Polaire* au pole change annuellement.

Feu *Cassini* et le P. *Riccioli* observèrent à Bologne, en 1686, la distance de cette *Etoile* au pole de 2° 32′ 30″. Le détail de ces observations est rapporté par le P. *Riccioli* dans son *Hydrographie, liv. VII, ch. xv. Maraldi* détermina en décembre 1732, cette distance à 2° 7′ 9″. La distance de l'*Etoile polaire* au pole est donc diminuée en 76 ans, intervalle entre les observations de *Maraldi* et celles de *Cassini* et du P. *Riccioli*, de 25′ 21″. Ce qui est à raison de 20 secondes par an. *Ticho-Brahé* avoit trouvé la même diminution annuelle par des observations immédiates. (*Voyez* ses *Progymn. liv. I, pag.* 362). Cette variation, de la distance entre l'*Etoile polaire* et le pole du monde, est parfaitement conforme aux observations du mouvement des autres *Etoiles* fixes. Les observations de *Ticho* prouvent qu'elle a été de même depuis 155 ans. Car si on compare la distance de l'*Etoile polaire* au pole observé par *Ticho* l'an 1577, qui étoit de 2° 58′ 50″, à la distance observée en 1732, de 2° 7′ 9″, la différence qui est de 51″ 41″ étant divisée par 155, donne précisément 20″ pour le mouvement annuel de l'*Etoile polaire* vers le pole du monde pendant ce temps. Ce mouvement ne sera pas toujours de la même quantité; il diminuera à mesure que l'*Etoile polaire* approchera du commencement du Cancer, où ce mouvement sera imperceptible pendant plusieurs années. Suivant les hypothèses du mouvement des étoiles fixes, la distance de l'*Etoile polaire* au pole diminuera encore pendant 362 années, après lesquelles elle sera le plus proche du pole qu'elle puisse être. Si elle n'étoit pas plus éloignée du pole de l'écliptique que l'est le pole du monde, elle auroit été se placer au pole même du monde, ainsi que quelques astronomes anciens l'ont cru devoir arriver; mais comme elle est éloignée du pole de l'écliptique de 26′ $\frac{1}{2}$ plus que ne l'est le pole du monde, elle ne peut s'approcher plus près de ce pole que de 26′ $\frac{1}{2}$, pourvu que la distance,

entre ces deux poles et la latitude de l'*Etoile* ne changent point. Si *Scaliger* avoit été exercé dans ces sortes d'observations, il n'auroit pas nié si hardiment ce mouvement de l'*Etoile polaire* et des autres étoiles fixes vers le pole du monde, ni insulté à tous les astronomes qui le soutiennent. Il est tombé dans cette erreur, parce qu'il étoit persuadé que cette étoile, qui est à l'extrémité de la queue de la petite Ourse, qui est présentement la *Polaire*, comme la plus proche du pole du monde, avoit toujours été la plus boréale de cette Constellation. Le P. *Petau*, qui a réfuté très-savamment l'erreur de *Scaliger*, a fait voir que la dernière étoile de la queue de la petite Ourse, qui est présentement la polaire, étoit du temps d'*Eudoxus*, la plus éloignée du pole, et que la plus proche étoit une de l'épaule, qu'il appelle *Superior præcedentium in laterculo.* (*Voyez* PRÉCESSION DES EQUINOXES).

ETOILE TOMBANTE *ou* ETOILE QUI FILE. Météore enflammé, qui paroit ordinairement sous la forme d'un petit globe de feu, qui répand une lumière assez vive, à-peu-près semblable à celle d'une *Etoile*, qu'on voit quelquefois rouler dans l'athmosphère, et qui tombe quelquefois jusqu'à terre.

Il est très-probable que ce météore est un phénomène produit par l'électricité de l'athmosphère. C'est ainsi que pense le père *Beccaria* : et voici le fait sur lequel il se fonde.

Un jour qu'il étoit assis en plein air avec un ami, une heure après le coucher du soleil, ils virent une de ces *Etoiles tombantes*, qui dirigeoit sa course vers eux, et qui grossissoit à vue d'œil à mesure qu'elle approchoit d'eux, jusqu'au moment où elle disparut à peu de distance de l'endroit où ils étoient. Leurs visages, leurs mains et leurs habits, ainsi que la terre et tous les objets voisins, furent alors illuminés d'une lumière diffuse et légère, mais sans aucun bruit. Ayant eu peur, ils se levèrent, se regardèrent l'un l'autre, surpris de ce phénomène ; un domestique accourut à eux d'un jardin voisin, et leur demanda s'ils n'avoient rien vu, que pour lui il avoit apperçu briller

dans le jardin une lumière subite, principalement sur l'eau dont il se servoit pour arroser.

Toutes ces apparences étoient évidemment électriques : et le P. *Beccaria* fut confirmé à penser que l'électricité en étoit la cause, par la quantité de matière électrique qu'il avoit vue, dans d'autres occasions, avancer par degrés vers son cerf-volant ; car, dit-il, elle avoit toute l'apparence d'une *Etoile tombante*. Il vit aussi quelquefois une espèce de gloire autour du cerf-volant, qui le suivoit quand il changeoit de place, mais qui laissoit un peu de lumière, à la vérité, pour fort peu de temps, dans le lieu qu'il venoit de quitter.

Il nous paroit que cette différence satisfait parfaitement à tous les phénomènes des *Etoiles tombantes*. Car, 1°. il y a dans l'athmosphère en tout temps et dans toutes les saisons une circulation du fluide électrique ; aussi l'on voit de ces *Etoiles* dans toutes les saisons, comme il paroît par les observations de *Gassendi* et de *Krafft*. 2°. On a aussi fait voir que l'électricité positive régnoit dans les régions supérieures de l'athmosphère dans un temps serein ; cette observation, qui est de *Kinnersley*, nous découvre la raison pour laquelle ces *Etoiles* dirigent toujours leurs courses contre la terre ; c'est que le feu électrique abonde dans ces régions supérieures, et il s'ouvre un passage au travers de l'athmosphère inférieure pour venir jusqu'à la terre, qui est électrisée en moins ; et c'est un phénomène que les autres hypothèses n'expliquent point. 3°. Le mouvement progressif de ces *Etoiles*, qui est quelquefois lent, et d'autres fois rapide, quelquefois en ligne droite, d'autres fois, en zigzag, s'accorde très-bien avec celui du fluide électrique, quand il se propage d'un lieu à un autre ; car l'on sait qu'en général ce fluide suit toujours les meilleurs conducteurs, et qu'il ne suit pas le chemin le plus court d'un endroit à un autre ; de là vient l'irrégularité de son mouvement ; et, s'il éprouve moins de résistance en les pénétrant suivant qu'ils se trouvent plus ou moins parfaits, il se meut plus ou moins vîte ; mais sa vîtesse dépend encore de la quantité de fluide mis en mouvement à-la-fois ; car si cette masse est considérable, on apperçoit une vive lumière,

lorsque l'irruption se fait; et même il arrive souvent qu'on entend alors quelqu'éclat, comme il arrive quand il paroit des globes de feu. Enfin, quand cette masse devient encore plus considérable, sa force et sa vitesse augmentent, et elle porte alors le nom de *Foudre*. (*Voyez* FOUDRE). Nous ajouterons encore que si ce feu abonde dans les hautes régions de l'athmosphère, pourvu qu'il ne soit pas réuni en une seule masse, et que les vapeurs soient séparées par des parties d'air pur, en sorte que son mouvement soit alors retardé, et qu'aucune quantité considérable ne puisse s'écouler à-la-fois; il y aura alors des irruptions continuelles, et l'on verra tous les phénomènes que l'on a décrits à l'*Article* AURORE BORÉALE, ou plutôt il y aura alors une aurore boréale. 4°. Nous remarquerons enfin qu'on apperçoit quelquefois une odeur de soufre, quand on se trouve dans l'endroit où ces phénomènes ont lieu : mais on ne doit pas en inférer qu'ils soient produits par des vapeurs sulfureuses qui s'enflamment d'elles-mêmes; car nous savons que le fluide électrique enflamme les substances huileuses éthérées, au travers desquelles il passe. Ainsi ceux qui jugent de la cause par l'odeur qu'ils sentent, courent risque de prendre l'effet, qui est purement accidentel, pour la cause même.

ETOILES. Corps célestes lumineux par eux-mêmes, qui ne changent point de position respectivement les uns aux autres, et qui sont placés à une distance de la terre si grande, qu'on n'a jamais pu la mesurer même par approximation. Les *Etoiles* sont appelées *fixes*, non-seulement parce qu'elles ne changent point de position respectivement les unes aux autres, mais encore parce qu'on ne leur connoît aucun mouvement réel, quoiqu'on observe en elles plusieurs mouvemens apparens, comme nous le dirons bientôt. Si elles en ont quelques-uns de réels, ce ne peut être qu'un mouvement de rotation sur leur centre, que leur attribuent en effet la plupart des Astronomes modernes.

Les *Etoiles* ne nous paroissent pas toutes de la même grandeur, soit qu'elles soient réellement de différentes grandeurs entr'elles, soit qu'elles nous paroissent telles,

parce qu'elles sont placées à différentes distances de nous. Il est très-probable que ces deux causes contribuent à nous les faire paroître sous des grandeurs différentes; c'est-à-dire qu'elles sont placées à des distances de la terre plus grandes les unes que les autres, et qu'elles ne sont pas toutes d'une grandeur parfaitement égale. Quoi qu'il en soit, les Astronomes distribuent les *Etoiles* en six classes, relativement à leurs grandeurs; parce qu'on en observe à la vue simple de six grandeurs différentes, indépendamment de certaines petites taches blanchâtres, qu'on appelle *Etoiles nébuleuses*, et d'une bande ou espèce de ceinture d'une couleur laiteuse qu'on a nommée, pour cette raison, la *voie lactée*. (*Voyez* VOIE LACTÉE).

Les *Etoiles* de la première grandeur ne sont pas en grand nombre: on en compte dix-huit, qui se distinguent presque toutes par des noms particuliers. Quelques astronomes en ajoutent quatre autres, que d'autres astronomes regardent comme n'étant que de la seconde grandeur. De ces dix-huit *Etoiles* de la première grandeur, quatre sont placées dans le Zodiaque; savoir: une dans la Constellation du *Taureau*, et connue sous le nom d'*Aldébaran* ou *Œil du Taureau*: une dans la Constellation du *Lion*, connue sous le nom de *Regulus* ou *Cœur de Lion*: une dans la Constellation de la *Vierge*, connue sous le nom d'*Epi de la Vierge*: et une dans la Constellation du *Scorpion*, connue sous le nom d'*Antares* ou de *Cœur du Scorpion*. Quelques-uns regardent aussi comme une *Etoile* de la première grandeur, celle qui est placée à l'extrémité de la queue du *Lion*, et qu'on appelle pour cela *Queue du Lion*.

Trois autres de ces *Etoiles* sont placées dans la partie septentrionale du Ciel; savoir: une dans la Constellation du *Bouvier*, et connue sous le nom d'*Arcturus*: une dans la Constellation du *Cocher*, et connue sous le nom de la *Chèvre*: et une dans la Constellation de la *Lyre*, et qui est appelée particulièrement la *Lyre*. Quelques-uns regardent aussi comme de la première grandeur, deux autres *Etoiles* de la partie septentrionale du ciel; savoir: une située dans la Constellation de l'*Aigle*, et

connue sous le nom de *Luisante de l'Aigle* : et une autre placée sur la queue du *Cygne*, et appelée pour cette raison *Queue du Cygne.*

Enfin les onze autres *Etoiles* de la première grandeur sont placées dans la partie méridionale du ciel; savoir : deux dans la Constellation d'*Orion*, dont une est située à l'épaule orientale, et l'autre au pied occidental d'*Orion;* cette dernière est connue sous le nom de *Rigel*: une dans la Constellation du *Fleuve Eridan*, située à son extrémité méridionale, et connue sous le nom d'*Acarnar* : une dans la Constellation du *Grand Chien*, placée à sa gueule, et connue sous le nom de *Sirius* : une dans la Constellation du *Petit Chien*, et connue sous le nom de *Procyon* : deux dans la Constellation du *Navire*, placées sur les rames, et dont l'une est connue sous le nom de *Canopus* : deux dans la Constellation du *Centaure*, dont une est placée au pied précédent, et l'autre à la jambe suivante : une dans la Constellation du *Poisson Austral*, placée à la bouche du poisson, et connue sous le nom de *Fomahand:* et une dans la Constellation de la *Croix*, placée au pied, et appelée, pour cette raison, *Pied de la Croix.* Quelques-uns regardent aussi comme de la première grandeur une *Etoile* de la partie méridionale du ciel, située dans la Constellation de l'*Hydre Femelle*, et connue sous le nom de *Cœur de l'Hydre.*

On remarque dans les *Etoiles fixes*, six sortes de mouvemens, dont aucun n'est réel. 1°. Leur mouvement journalier, par lequel toutes les *Etoiles fixes* paroissent faire un tour entier, d'orient en occident, autour des poles de l'équateur céleste, dans l'espace de 23 heures 56 minutes 4 secondes. L'apparence de ce mouvement est causée par la rotation journalière de la terre sur son axe, qui s'achève dans le même espace de temps, et qui se fait d'occident en orient. 2°. Leur mouvement annuel, par lequel toutes les *Etoiles fixes* paroissent faire un tour entier, d'orient en occident, autour des poles de l'équateur céleste, dans l'espace de 365 jours 6 heures 9 minutes 10 secondes 30 tierces. C'est ce qu'on appelle l'*Année*

sydérale. (*Voyez* Année sydérale). Par ce mouvement, les *Etoiles* précèdent le soleil tous les jours d'une petite quantité : de sorte qu'une *Etoile* qui passe aujourd'hui au méridien en même temps que le soleil, y passera demain environ 3 minutes 56 secondes plutôt ; et ainsi de suite chaque jour, jusqu'à ce que cette *Etoile* soit arrivée de nouveau en conjonction avec le soleil, après une révolution entière. L'apparence de ce mouvement est causée par la rotation annuelle de la terre autour du soleil, qui se fait d'occident en orient, et par laquelle le soleil paroit avancer dans le même sens dans l'écliptique, de 59 minutes 8 secondes et environ 20 tierces de degré par jour. 3°. Le mouvement par lequel la longitude de toutes les *Etoiles fixes* augmente chaque année de 50 secondes et environ 20 tierces de degré; lequel mouvement se fait d'occident en orient, autour des poles de l'écliptique, et dont la révolution entière ne s'achève que dans l'espace d'environ 25748 ans. C'est ce changement observé dans la longitude des *Etoiles*, qu'on appelle *Précession des équinoxes.* (*Voyez* Précession des équinoxes). L'apparence de ce mouvement est causée par la rétrogradation des points équinoxiaux, qui se meuvent d'orient en occident, et rétrogradent chaque année de 50 secondes et environ 20 tierces de degré ; et en conséquence les longitudes des *Etoiles* augmentent de la même quantité. 4°. Le changement général de latitude observé dans les *Etoiles fixes.* L'apparence de ce mouvement est causée par la variation de l'obliquité de l'écliptique. (*Voyez* Obliquité de l'écliptique). 5°. Le mouvement par lequel les *Etoiles fixes* semblent décrire, dans l'espace d'une année, des ellipses de 40 secondes de diamètre au plus, et qui ont pour centre le point réel où se trouve chaque *Etoile.* L'apparence de ce mouvement est causée par le mouvement de la lumière combiné avec le mouvement annuel de la terre : et c'est ce qu'on appelle *Aberration.* (*Voyez* Aberration). 6°. Un mouvement de 9 secondes observé dans les *Etoiles fixes,* et dont l'apparence est causée par le mouvement réel du pole de l'équateur terrestre, qui décrit par un mouvement rétrograde,

ou d'orient en occident, un cercle dont le centre est le lieu moyen du pole, et qui a 18 secondes de diamètre. Ce mouvement est ce qu'on appelle *Nutation* (*Voyez* NUTATION); et sa période répond exactement à celle des nœuds de la lune; c'est-à-dire, qu'elle est de 18 ans et environ 8 mois.

Les *Etoiles* étant en trop grand nombre pour pouvoir les discerner les unes des autres, et leur donner à chacune un nom particulier, on en a formé des assemblages qu'on a rangés sous diverses figures, et qu'on a nommés *Astérismes* ou *Constellations*, à chacune desquelles on a donné un nom particulier (*Voyez* CONSTELLATIONS): et *Jean Bayer* a désigné chacune des *Etoiles* de chaque Constellation par une lettre de l'alphabet grec ou latin; ce qui a été reçu de tous les astronomes qui l'ont suivi. On appelle *informes*, les *Etoiles* qui ne sont comprises dans aucune de ces Constellations.

Les *Etoiles* sont à une distance de la terre qui est prodigieuse: la preuve de cela, c'est que leur grandeur apparente est toujours la même, quoique nous soyions, en certains temps de l'année, tantôt plus près et tantôt plus loin des mêmes *Etoiles*, d'environ 69 millions de lieues. Par exemple, vers le tiers du mois prairial, nous sommes plus éloignés d'*Aldébaran* d'environ 69 millions de lieues, que nous ne le sommes vers le tiers du mois frimaire, et cependant sa grandeur apparente est la même dans les deux cas. 69 millions de lieues ne sont donc rien, comparés à la distance réelle qui se trouve entre la terre et les *Etoiles*. Combien grande doit donc être cette distance? Il nous est absolument impossible de la mesurer, même par approximation, parce que les *Etoiles* n'ont pas de parallaxe sensible. Mais on peut faire sentir combien cette distance est prodigieuse, par ce qui suit. Si la parallaxe absolue d'une *Etoile* étoit seulement d'une seconde, la distance de cette *Etoile* au soleil seroit 206264 fois aussi grande que la distance moyenne de la terre au soleil, laquelle est elle-même de 34761680 lieues; c'est-à-dire, que cette *Etoile* seroit distante du soleil de 7170083163520 lieues. Mais la parallaxe

des *Etoiles* n'étant pas d'une seconde, même pour les *Etoiles* qui nous paroissent les plus grandes, et qui sont sans doute les plus proches de nous, leur distance doit être encore plus considérable : et l'on ignore jusqu'à quel point cela peut aller.

Vu la prodigieuse distance où doivent être les *Etoiles fixes*, on ne doit pas être étonné de l'extrême petitesse de leur diamètre apparent; ce qui nous met dans l'impossibilité de déterminer leur grandeur absolue et leur véritable diamètre. Il est prouvé aujourd'hui que les *Etoiles*, qui nous paroissent les plus grandes, telles que *Regulus*, *Sirius*, *Aldébaran*, l'*Epi de la Vierge*, *Antares*, n'ont pas une seconde de diamètre apparent : car, lorsque ces *Etoiles* sont éclipsées par la lune, elles n'emploient pas 2 secondes de tems à se plonger sous le disque de la lune; ce qui arriveroit cependant, si le diamètre de ces *Etoiles* étoit d'une seconde; puisque la lune emploie environ 2 secondes de tems à avancer d'une seconde de degré. Or ces *Etoiles* disparoissent en une demi-seconde, et elles reparoissent avec la même promptitude et comme un éclair. Il se pourroit donc faire que leur diamètre apparent ne fût pas d'un quart de seconde. Cela n'empêche pas qu'elles ne puissent être d'une grandeur prodigieuse, vu leur distance immense, et dont nous n'avons aucune idée.

Nous avons dit que si la parallaxe absolue d'une *Etoile* étoit seulement d'une seconde, la distance de cette *Etoile* au soleil seroit de 71700831635 20 lieues. Or, n'ayant point de parallaxe sensible, elles sont sûrement beaucoup plus éloignées. Mais, quand les *Etoiles* ne seroient qu'à cette distance du soleil, la circonférence du ciel étoilé seroit de 45069094170697 lieues. Or toute circonférence de cercle est de 360 degrés, qui contiennent 21600 minutes ou 1296000 secondes. Ainsi, à une pareille distance, chaque degré vaudroit 125191928252 lieues : chaque minute 2086532137 lieues : et chaque seconde 34775535 lieues. Si donc une *Etoile* avoit une seconde de diamètre apparent, son diamètre réel seroit plus grand que la distance de la terre au soleil. Il est vrai que le diamètre apparent des *Etoiles*, n'est peut-être pas d'un quart de seconde;

mais aussi il est certain que leur distance est beaucoup plus grande que celle que nous venons de supposer. Nous devons donc les regarder comme des globes immenses; et elles peuvent être elles-mêmes des soleils, qui éclairent d'autres planètes.

Les *Étoiles* sont des astres lumineux par eux-mêmes; leur scintillation en est une preuve; propriété que n'ont point les planètes, qui ne brillent que d'une lumière empruntée. De plus, comme nous venons de le dire, les *Etoiles* sont à une distance prodigieuse de la terre, et par conséquent beaucoup plus loin de nous que ne l'est Saturne : cependant leur lumière est beaucoup plus vive et plus brillante que celle de cette planète; ce qui ne seroit pas, si, comme elle, elles recevoient leur lumière du soleil. On doit conclure de là que les *Etoiles* sont elles-mêmes des soleils; et il est très-probable qu'elles éclairent des planètes, qui font leurs révolutions autour d'elles. (*Voyez* PLURALITÉ DES MONDES).

ETOILES NEBULEUSES. (*Voyez* NÉBULEUSES). (*Etoiles*)

ETRIER. Nom que l'on donne à un des quatre osselets, qui se trouvent renfermés dans la *Caisse du Tambour*. (*Voyez* CAISSE DU TAMBOUR *et* OREILLE. (L'*Etrier* c ou *C* (*Pl. XXVIII*, *fig.* 2.) a une base ovale *h*, et deux branches *i*, *k*, qui en partent, et qui vont se réunir en *l*, pour former sa tête. Cette tête a dans sa partie supérieure une cavité superficielle propre à recevoir une des convexités de l'os *orbiculaire*. (*Voyez* Os ORBICULAIRE). Les branches *i*, *k*, sont un peu creusées dans leur face interne; et c'est dans ces rainures que s'attache une membrane très-mince, qui ferme l'espace que ces branches laissent entr'elles. La base *h* de l'*Etrier* sert à fermer la *fenêtre ovale*. (*Voyez* FENÊTRE OVALE).

EVAPORATION. Passage ou élévation dans l'atmosphère des particules les plus subtiles des corps, ou qui peuvent devenir telles par l'action de la chaleur ou de l'air.

Presque tous les corps liquides et la plupart des solides exposés à l'air, par l'action de ce fluide seule, ou aidée d'une chaleur modérée, s'élèvent peu-à-peu

dans l'athmosphère, les uns totalement, d'autres seulement en partie : ce passage ou cette élévation totale ou partiale des corps dans l'athmosphère, les Physiciens l'appellent *Évaporation*. Les corps élevés dans l'air par l'*Evaporation*, s'y soutiennent dans un tel état, qu'ils sont absolument invisibles, jusqu'à ce que, par quelque changement arrivé dans l'athmosphère, leurs particules se réunissent en de petites masses qui troublent sensiblement la transparence de l'air : par exemple, l'air est (comme nous le ferons voir dans la suite) en tout temps plein d'eau, qui s'y est élevée par *Évaporation*, et y demeure invisible jusqu'à ce que de nouvelles circonstances réunissent ses molécules dispersées, en de petites masses qui troublent sensiblement sa transparence. C'est ce qui distingue l'*Evaporation* de l'élévation dans l'athmosphère de certains corps petits et légers, tels que les grains de poussière, qui ne s'y élèvent et ne s'y soutiennent que par l'impulsion mécanique de l'air agité, qui conservent dans l'air leur même volume, leur opacité, et retombent dès que l'air cesse d'être agité.

Les liqueurs, qui s'évaporent avec le plus de rapidité, sont principalement l'eau pure, les vins, l'esprit-de-vin, l'éther, l'ammoniaque, l'acide nitreux fumant, l'acide sulfureux; le dernier est si volatil, que suivant le témoignage de *Stalh*, (*Obs. et Animad. ccc.* §. 37), exposé à l'air libre, il s'évapore vingt fois plus vîte qu'une égale quantité d'esprit-de-vin le mieux rectifié : cet acide paroît s'évaporer plus rapidement que tous les liquides que je viens de nommer; les autres à-peu-près suivant l'ordre dans lequel je les ai placés. *De Mairan* a prouvé, par des expériences, que l'esprit-de-vin s'évapore huit fois plus rapidement que l'eau. (*Voyez sa Dissertation sur la Glace*).

Il y a long-temps que les Physiciens ont remarqué que l'eau faisoit la matière principale de l'*Evaporation*. Pour se convaincre de cette vérité, il a suffi de remarquer que les corps liquides ou humides étoient les plus susceptibles d'*Evaporation*, et que les particules qui s'élèvent par cette voie de presque tous les corps, même solides, reçues et amassées dans des vaisseaux conve-

nables, se présentoient sous une forme liquide. Or, l'eau étant la base de tous les liquides de la nature, il étoit facile d'en déduire que les corps perdoient principalement de l'eau par l'*Evaporation*. Il n'y a pas plus de difficulté par rapport à l'air : ce fluide étant contenu abondamment dans toute sorte d'eau, il est clair qu'il doit s'élever avec elle dans l'athmosphère. Nous verrons dans la suite que cet air rendu élastique par la chaleur, contribue à accélérer l'*Evaporation* de l'eau.

De quelle manière, par quel mécanisme singulier, les particules dont nous venons de parler, peuvent-elles s'élever dans l'athmosphère et s'y soutenir? Ces particules et celles du fluide dans lequel elles s'élèvent, se refusant par leur extrême ténuité aux sens et aux expériences, les Physiciens ont tâché de répondre à cette question par des hypothèses : mais ces hypothèses, quoique très-ingénieuses, paroissent toutes avoir le défaut général de ces sortes de systèmes, d'être gratuites, et de s'éloigner de la nature. Nous allons donner une idée aussi exacte qu'il nous sera possible, de ces différentes suppositions, et marquer en même tems les difficultés qu'elles paroisseut souffrir.

Les corps susceptibles d'*Evaporation*, s'évaporent d'autant plus rapidement, qu'ils sont plus échauffés. C'est sans doute cette observation toute simple qui a donné lieu à l'hypothèse la plus généralement adoptée, sur le mécanisme de l'*Evaporation*. On a supposé que les molécules d'eau étant raréfiées par la chaleur, ou ce qui revient au même, par l'adhésion des particules ignées, leur pesanteur spécifique diminuoit à tel point que les molécules, devenues plus légères que l'air, pouvoient s'élever dans ce fluide, jusqu'à ce qu'elles fussent parvenues à une couche de l'athmosphère, dont la pesanteur spécifique fût égale à la leur. Les *vapeurs, dit s'Gravesande (Elem. de Phys. prem. Edit.* §. 2543), *s'élèvent en l'air et sont soutenues à différentes hauteurs, suivant la différence de leur constitution, aussi bien que de celle de l'air,* et à cette occasion, il cite le Parag. 1477, où il dit : *si on suppose que le fluide et le solide sont de même gravité spécifique, ce corps*

ne montera ni ne descendra, mais restera suspendu dans le fluide à la hauteur où on l'aura mis.

Les paroles de cet homme respectable que je viens de rapporter, suffiront pour donner une idée précise de ce sentiment. Tâchons de faire voir en peu de mots, qu'il est contraire à l'observation. Je demanderai premièrement aux Physiciens, qui adoptent cette opinion quel degré de chaleur ils croient nécessaire pour raréfier les molécules d'eau, au point qu'elles deviennent spécifiquement plus légères que l'air. S'ils consultent les observations, ils seront obligés de fixer ce degré beaucoup au-dessous du terme de la glace, puisque la glace s'évapore même dans les froids les plus rigoureux. (*Voyez la diss. sur la glace de de Mairan*, page 308). Or, je ne crois pas que personne puisse de bonne foi regarder ce degré de chaleur comme capable de rendre le volume des molécules d'eau huit cents fois plus grand; et pour peu qu'on y réfléchisse, on s'appercevra bientôt qu'il seroit très-aisé de prouver le contraire. Il est vrai que *Musschenbroëck* a tâché de faire voir, par un calcul, que la chaleur du terme de la glace étoit capable de raréfier les molécules d'eau, jusqu'à les rendre spécifiquement plus légères que l'air. Voici son raisonnement. « Nous avons vu que la vapeur de » l'eau bouillante est 14000 fois plus rare que l'eau même; » or la chaleur de cette vapeur est alors au thermomètre » de 212 degrés; la chaleur de l'été en plein midi de 90 » degrés; par conséquent la vapeur de l'eau ainsi » échauffée, sera alors 5943 fois plus rare que l'eau; » et si l'on suppose que la chaleur du thermomètre est » de 32 degrés, il faudra que la vapeur soit 2113 fois » plus rare que l'eau : or l'air n'est d'ordinaire que » 600, 700, ou 800 fois plus rare que l'eau; et par » conséquent la vapeur sera encore plus rare que l'air. » Mais il gèle lorsque le thermomètre est au 32e. degré; » par conséquent la vapeur pourra sortir de l'eau et de » la glace en hiver, et s'élever ensuite dans l'air ». *Essai de physique, page* 739.

Mais il est clair que le célèbre Physicien s'est trompé dans cet endroit; et sans m'arrêter à combattre le fond de son calcul, je me contenterai de faire observer que,

si au lieu du thermomètre de *Farenheit*, qui met le terme de la glace au 32e. degré, il s'étoit servi du thermomètre de *Réaumur*, qui met le même terme au zéro, il auroit conclu du même calcul, que la chaleur du terme de la glace étoit incapable de raréfier les molécules d'eau en aucune manière.

D'ailleurs, quand bien même on accorderoit pour un moment la possibilité de cette supposition, il n'en seroit pas plus difficile de faire voir que la nature n'est point d'accord avec ce sentiment : en effet, cette opinion exclut toute idée d'uniformité dans la répartition des vapeurs sur toute l'étendue de l'athmosphère. Elle suppose nécessairement qu'en été, dans les grandes chaleurs, les particules d'eau très-raréfiées, devroient s'élever fort haut, et abandonner la partie de l'athmosphère qui avoisine la terre; qu'au contraire en hiver, ces mêmes particules condensées et plus pesantes, devroient se trouver en beaucoup plus grande quantité proche de la terre, qu'en été : or tout le contraire a lieu, comme cela est prouvé dans le mémoire que j'ai déjà cité. Ces remarques me paroissent suffisantes pour faire voir que, si les molécules d'eau s'élèvent dans l'air, ce n'est pas parce qu'elles deviennent spécifiquement plus légères que celles de ce fluide; et qu'on ne doit pas croire que les particules, en s'élevant et se soutenant dans l'athmosphère, suivent les mêmes loix qu'un corps solide répandu dans ce fluide. Je ne m'arrêterai pas davantage à combattre cette opinion, croyant qu'il seroit inutile de s'attacher à entasser un grand nombre d'argumens contre ces sortes de suppositions, que les physiciens négligent de plus en plus, et que leurs auteurs même défendent avec peu de chaleur.

Hamberger a senti le défaut de vraisemblance de l'hypothèse que nous venons de combattre; et l'ayant réfutée solidement dans ses élémens de physique, et dans sa belle dissertation sur les causes de l'élévation des vapeurs; il lui substitue une autre hypothèse qui lui paroît plus conforme aux observations, mais qui, examinée, suivant les loix de la saine physique, me semble souffrir pour le moins autant de difficultés que la première. « Si nous supposons, dit-il, page 57,

» *de la Dissertation* que nous venons de citer, que » la molécule susceptible d'*Évaporation*, tandis qu'elle » est encore contigue au corps dont elle s'efforce » de s'éloigner, est environnée dans sa surface in- » térieure de particules ignées, et par sa partie supérieure » contigue à l'air; dans cette supposition, le feu et l'air » étant des fluides plus légers que la molécule, lui » adhéreront; donc ils agiront sur elle, mais iné- » galement : l'air agira avec plus de force que le » feu, à cause de la différence qui se trouve entre les » gravités spécifiques de ces deux fluides; par con- » séquent, la molécule susceptible d'*Évaporation* ten- » dra vers les deux parties opposées, par une réaction » inégale; c'est-à-dire, avec plus de force vers le » haut que vers le bas ». C'est ainsi qu'il expliquoit le mécanisme du passage d'une molécule évaporable dans l'air; mais cette explication me paroît sujette à des objections auxquelles il seroit difficile de satisfaire. En effet, *Hamberger* suppose qu'une molécule qui est à la surface d'un corps évaporable, de l'eau, par exemple, s'élève dans l'air, parce qu'elle adhère plus à l'air, qui est supérieur, qu'aux particules ignées qui la ceignent inférieurement; mais, dans cette explication, il fait entièrement abstraction de la cohésion des molécules d'eau entr'elles : or quels corps pourra-t-on de bonne foi supposer se toucher et avoir une force de cohésion, si l'on refuse de reconnoître que les molécules d'eau, assemblées en masse, se touchent et s'attirent réciproquement par une force de cohésion? (*Voyez* COHÉSION).

Hamberger paroît lui-même reconnoître tacitement le peu de vraisemblance de cette explication; puisque dans l'édition de 1750 de ses *Elémens de Physique*, il n'avance plus que cette élévation des particules évaporables soit due à leur adhésion plus grande à l'air qui est au-dessus, qu'aux molécules ignées qui les ceignent inférieurement. Il se contente de dire, en général, que les molécules ignées passant des corps chauds dans l'air, plus froid que les corps, elles entraînent avec elles les particules évaporables. Mais, malgré cette modification, l'hypothèse n'en est pas plus d'accord

d'accord avec les observations. Si on suppose, avec *Hamberger*, que l'*Evaporation* se fait par le passage des particules ignées des corps évaporables, dans l'air plus froid que ces corps, il s'ensuivra nécessairement qu'il n'y aura point d'*Evaporation* toutes les fois que les corps, qui en sont susceptibles, seront aussi froids ou plus froids que l'air; ce qui est évidemment contraire à l'observation.

Dans l'ouvrage, que nous venons de citer, *Hamberger* fait encore une addition plus essentielle à sa première hypothèse; il y avance que les particules évaporables, qui sont à la superficie des corps, passent dans l'air par voie de dissolution, *modo solutionis* (*Elémens de physique*, § 477), et à cette occasion, il cite le paragraphe 242, où il se propose d'expliquer le mécanisme de la dissolution, et où il détermine la manière dont les particules du corps dissous s'arrangent dans les interstices des molécules du dissolvant. *Hamberger* n'est pas le seul qui ait dit que l'*Evaporation* se faisoit par une espèce de dissolution: plusieurs physiciens ayant adopté, comme lui, une hypothèse sur la dissolution, ont cru expliquer le mécanisme de l'*Evaporation*, en disant qu'il étoit semblable à celui de la dissolution.

Le Roi, docteur en médecine de la Faculté de Montpellier, a sur l'*Evaporation* une autre opinion, que voici, et qu'on trouve dans les *Mém. de l'Acad.* 1751, *pag.* 484 *et suiv.*

« Personne, dit-il, n'ignore que l'eau peut se charger de sel, et le soutenir dans l'état de véritable dissolution. On sait de plus que le mèlange d'eau et de sel a certaines propriétés particulières; que, par exemple, une certaine quantité d'eau à un degré de chaleur donné, ne peut tenir en dissolution qu'une quantité de sel déterminée; qu'étant soulée de sel à un degré de chaleur donné, elle en pourroit dissoudre de nouveau, si on l'échauffoit davantage; qu'au contraire, si elle venoit à se refroidir, elle laisseroit nécessairement précipiter une partie du sel qu'elle tenoit en dissolution. Appliquez au mèlange d'air et d'eau, qui constitue notre athmosphère, ce que je viens de dire sur les dissolutions des sels dans l'eau,

» c'est là le principal objet de la première partie de » ce mémoire. Je me propose donc de faire voir que » l'air de notre atmosphère contient toujours de l'eau » dans l'état de véritable dissolution ; qu'une quantité » d'air déterminée à un degré de chaleur donné, ne » peut tenir en dissolution qu'une certaine quantité » d'eau ; qu'étant soulé d'eau à un degré de chaleur » donné, il en pourroit dissoudre de nouvelle, si on » l'échauffoit davantage ; qu'au contraire, si étant soulé » d'eau à un degré de chaleur donné, il vient à se » refroidir, il laisse nécessairement précipiter une par- » tie de l'eau qu'il tenoit en dissolution ».

Article premier. *L'eau souffre dans l'air une véritable dissolution.* « Cette proposition peut facilement se » démontrer par une expérience connue de tout le » monde, mais à laquelle on n'avoit pas fait toute » l'attention qu'elle mérite. Il s'agit seulement de mettre » un jour d'été de la glace dans un verre bien sec. Le » verre s'obscurcit bientôt après ; ses parois extérieures » se couvrent d'une infinité de petites bulles d'eau. » L'eau qui, dans cette expérience, s'attache en très- » grande quantité aux parois du verre, se trouvoit donc » suspendue dans l'air qui l'environnoit, et comme » elle ne troubloit point sa transparence, cette expé- » rience réussissant par le temps le plus serein, il est » clair qu'elle y étoit contenue dans l'état d'une véri- » table dissolution. Ce sont les premières réflexions » que j'ai faites sur cette expérience, qui m'ont con- » duit, de conséquence en conséquence, à toutes les » propositions que je tâcherai d'établir dans ce Mé- » moire ».

Art. II. *Cette dissolution a les mêmes propriétés que la dissolution de la plupart des sels dans l'eau.* « L'air » échauffé à un degré de chaleur donné, ne peut te- » nir en dissolution qu'une quantité d'eau déterminée. » Si, étant chargé de cette quantité d'eau, il vient à » se refroidir, il laisse précipiter une partie de l'eau » qu'il tenoit en dissolution (1). Si, au contraire, il

(1) « J'emploie dans ce Mémoire les mots *précipiter* et *préci-* » *pitation* dans le sens des chymistes, pour signifier le *passage*

» s'échauffe, il en peut dissoudre davantage. L'expé-
» rience qui suit me paroit démontrer évidemment la
» vérité de ce que je viens d'avancer.

» Vers le commencement du mois d'août de l'année
» dernière, le temps étant fort serein, je pris une bou-
» teille ronde de verre blanc; je la bouchai exacte-
» ment : elle ne contenoit que de l'air, dont la cha-
» leur étoit ce jour-là au vingtième degré du thermo-
» mètre de *Réaumur* : je laissai cette bouteille sur ma
» fenêtre, et quelques jours après j'observai, le matin,
» que le froid de la nuit ayant fait descendre mon ther-
» momètre au quinzième degré, ce froid avoit déjà
» fait précipiter une partie de l'eau dissoute dans l'air
» renfermé dans ma bouteille. Cette eau étoit ramassée
» en petites goutelettes à la partie supérieure, qui étant
» la plus exposée, devoit se refroidir la première. Après
» cette première observation, je transportai ma bou-
» teille sur la plate-forme de notre Observatoire; je
» l'y fixai sur le porte-lunette de la machine parallac-
» tique; je mis au même endroit un thermomètre : vi-
» sitant ma bouteille tous les matins, j'observai qu'au
» 15e. degré il se formoit une petite rosée dans l'in-
» térieur et à la partie supérieure de la bouteille, et
» que cette rosée étoit d'autant plus considérable, que
» le froid de la nuit avoit fait descendre le thermomètre
» plus bas; enfin vers le sixième degré, la rosée qui
» se formoit dans l'intérieur de la bouteille étoit si con-
» sidérable, que j'ai cru pouvoir en conclure, qu'une
» grande partie du poids de l'air, au moins en été,
» doit être attribuée à l'eau qu'il tient en dissolution.
» Lorsque la chaleur étoit assez forte, l'air contenu
» dans la bouteille dissolvoit, dans le jour, l'eau qui
» s'étoit précipitée pendant la nuit.

» Voici une autre expérience qui, dans le fond, ne
» diffère point de la précédente, et qui demande beau-

» de l'état de véritable dissolution d'un corps dans une menstrue à
» l'état de simple division mécanique ». Des corps qui de l'état de dissolution ont passé à celui de division mécanique, les uns tombent au fond de la liqueur, d'autres se ramassent à sa surface, d'autres y restent suspendus.

» coup moins de temps. Je prends, un jour d'été, un » globe de verre blanc (1); je bouche exactement son » ouverture (2); examinant ce globe avec toute l'at- » tention possible, on n'y peut pas découvrir une seule » gouttelet e d'eau. Ce globe étant ainsi préparé, je » le place sur un grand gobelet plein d'eau refroidie » presqu'au terme de la glace, de manière qu'une par- » tie du globe soit contigue à l'eau; après avoir laissé » les choses dans cet état pendant trois ou quatre mi- » nutes, je retire le globe; et ayant essuyé la partie » mouillée, qui étoit contigue à l'eau, on la trouve » couverte intérieurement de petites gouttes d'eau : » cette eau se redissout à mesure que le globe se ré- » chauffe; ensuite laissant échauffer l'eau contenue dans » le gobelet, et y exposant le globe à diverses re- » prises, on observe que moins l'eau du gobelet est » froide, moins est grande la quantité d'eau qui se pré- » cipite, et qu'enfin, au-dessus d'un certain degré, » il ne se précipite plus rien. Dans cette expérience, » je mets seulement une partie du globe dans l'eau » froide, afin de concentrer dans un petit espace l'eau » qui se précipite : si on plongeoit le globe tout entier » dans l'eau froide, l'eau qui se précipiteroit ne seroit » pas en assez grande quantité pour être bien sensi- » blement étendue sur toute la surface intérieure du » globe.

» On pourroit penser que, quoique je ne me serve » que de globes tout neufs, l'air auroit cependant pu » y porter des particules d'eau, qui, étendues sur toute » la surface du globe, ne s'appercevroient pas, et ne

---

(1) « Je me sers de globes tout neufs, afin qu'on ne puisse pas » soupçonner qu'on y ait mis de l'eau. Plus ce globe est grand, plus » le succès de cette expérience est manifeste, la surface des glo- » bes n'augmentant pas dans la même raison que la quantité d'air » qu'ils contiennent ».

(2) « Je mets premièrement sur l'ouverture un morceau de » carte, ensuite plusieurs couches de cire fondue : pardessus la » cire je mets du lut ordinaire, étendu et bien séché, sans aucune » crevasse : enfin je couvre le tout d'un linge enduit d'un lut, » fait avec le blanc d'œuf et la chaux ».

» deviendroient sensibles dans cette expérience, que » parce que l'inégalité de chaleur des parois du globe » les feroit se ramasser dans l'endroit le plus froid. » Cette idée pourroit faire douter si l'expérience dont » il s'agit est effectivement démonstrative; c'est pour- » quoi j'ai cru qu'il ne seroit pas inutile de prévenir » cette objection par l'expérience qui suit. J'ai pris » un globe de verre, bouché comme je l'ai dit ci-dessus: » dans l'expérience dont il s'agit, l'eau refroidie au » huitième degré, produisoit une précipitation bien » sensible sur la partie du globe qui lui étoit contigue. » Au dixième degré, il ne se faisoit aucune précipi- » tation; l'eau étant froide à ce degré, j'ai exposé ce » globe au soleil : il est certain que dans ce dernier » cas, la chaleur de la partie du globe, qui étoit hors » de l'eau, surpassoit plus la chaleur de la partie du » globe qui étoit contigue à l'eau, que lorsque le globe » étoit dans la chambre, et que l'eau étoit froide au » huitième degré, et cependant il ne se faisoit aucune » précipitation; d'où il résulte que l'inégalité de cha- » leur des différentes parties du globe, ne suffit pas » pour produire cet effet; que par conséquent les gout- » telettes d'eau, qui, dans cette expérience, se préci- » pitent sur la partie du globe contigue à l'eau froide, » n'étoient point auparavant étendues sur toute la sur- » face intérieure du globe, et, en un mot, que cette » expérience démontre effectivement ce que nous avions » dessein de prouver.

» Nous avons démontré, dans l'article précédent, que » l'eau se soutient dans l'air dans l'état d'une véritable » dissolution (1). Maintenant si l'on pèse attentive- » ment toutes les circonstances des deux expériences, » que je viens de rapporter, on sera obligé de convenir » qu'elles démontrent tout ce que nous avons avancé » au commencement de cet article. Nous devons encore » remarquer que, de même que les sels, en se crystal-

(1) « Outre l'eau véritablement dissoute, l'air contient souvent » de l'eau surabondante qui trouble sa transparence, et forme les » nuées et les brouillards. On voit bien qu'il ne s'agit ici que de » la première ».

» lisant, retiennent une partie de l'eau qui les tenoit en » dissolution, ainsi, l'eau qui se précipite, retient une » partie de l'air qui la tenoit en dissolution; de même » que plusieurs sels privés de leur eau de crystallisa- » tion la reprennent s'ils sont exposés à l'air, ainsi l'eau » dépouillée, s'il est permis de parler ainsi, de son air » de crystallisation, le reprend bientôt après : d'où il » suit qu'il y a une parfaite analogie entre la dissolution » des sels dans l'eau et celle de l'eau dans l'air; de sorte » que le physicien, qui pourra développer le méca- » nisme de la dissolution des sels dans l'eau, expliquera » en même temps le mécanisme de l'élévation et » de la suspension de l'eau dans l'air, et donnera, » pour ainsi dire, la clef de l'explication entière et » exacte de la formation de plusieurs météores ».

ART. III. *Manière de déterminer les causes qui font varier la quantité d'eau que l'air libre tient en dissolution.* « L'air de notre atmosphère ne contient pas » toujours la même quantité d'eau en dissolution : deux » causes principales, le vent et la chaleur, la font va- » rier très-considérablement. Avant de passer au détail » des observations que j'ai faites sur ce sujet, je dois » premièrement expliquer ce que j'entends par *le degré* » *de saturation de l'air*, décrire l'expérience dont je me » sers pour la déterminer, et reconnoître le plus ou le » moins d'eau que l'air tient en dissolution.

» Nous avons démontré plus haut que l'air peut dis- » soudre d'autant plus d'eau qu'il est plus chaud. Cela » posé, on conçoit aisément qu'il y a en tout temps un » certain degré de feu auquel l'air seroit soulé d'eau. » J'appelle ce degré *degré de saturation de l'air.* Sup- » posons, pour me rendre plus clair, que le 28 d'août » l'air de l'atmosphère tienne en dissolution une quan- » tité d'eau telle qu'il en seroit soulé au dixième degré : » ce jour-là l'air pourroit être refroidi jusqu'à ce degré, » sans qu'il se précipitât aucune partie de l'eau qu'il » tient en dissolution; refroidi à ce degré, il ne pourroit » dissoudre de nouvelle eau; refroidi au-dessous de ce de- » gré, il lâcheroit nécessairement une partie de l'eau qu'il » tenoit en dissolution, et il en laisseroit précipiter une » quantité d'autant plus grande que le froid seroit plus

» fort : dans ce cas, le dixième degré sera appelé le *degré de saturation de l'air*. Il est clair que plus le degré » de saturation est élevé, plus l'air tient d'eau en dissolution ; d'où il suit qu'en observant chaque jour le » degré de saturation de l'air, examinant en même » temps les circonstances du temps, on peut aisément parvenir à la connoissance des causes qui font varier » la quantité d'eau que l'air tient en dissolution. Voici » l'expérience facile dont je me sers pour déterminer » le degré de saturation de l'air, supposé que le degré » soit au-dessus du terme de la glace (1).

» Je prends de l'eau refroidie au point de faire précipiter sensiblement l'eau que l'air tient en dissolution, » sur les parois extérieures du vaisseau dans lequel elle est » contenue. Je mets de cette eau dans un grand verre bien » sec, y plongeant la boule d'un thermomètre afin » d'observer son degré de chaleur (2) : je la laisse échauffer d'un demi-degré, après quoi je la transporte dans » un autre verre. Si à ce nouveau degré l'eau dissoute » dans l'air se précipite encore sur les parois extérieures » du verre, je continue de laisser échauffer l'eau de » demi-degré en demi-degré, jusqu'à ce que j'aie saisi le » degré au-dessus duquel il ne se précipite plus rien. » Ce degré est le degré de saturation de l'air. Par exemple, le soir du 5 octobre 1752, la chaleur de l'air » étant au treizième degré, l'eau qu'il tenoit en dissolution, commençoit à se précipiter sur le verre refroidi au cinquième degré et demi ; au-dessus de ce degré la surface extérieure du verre restoit sèche ; au-» dessous de ce degré, l'eau qui se précipitoit de l'air

(1) » Quoiqu'au moyen de cette expérience on ne puisse déterminer le plus ou le moins d'eau que l'air tient en dissolution, que pour les temps où le degré de saturation est au-» dessus du terme de la glace, je crois cependant que personne » ne me contestera que les conclusions que j'en tire, ne puissent » aussi s'appliquer aux temps où ce degré est au-dessous du terme » de la glace ».

(2) « Pour faire cette expérience avec facilité et exactitude, on » doit se servir de thermomètres à esprit-de-vin, dont la boule » et le tuyau soient aussi petits qu'il est possible. Les thermomètres, dont je me sers, sont gradués sur l'échelle de » *Réaumur* ».

» sur le verre étoit d'autant plus considérable que le » verre étoit plus froid. Il est clair que ce jour-là le » degré de saturation de l'air étoit un peu au-dessus du » cinquième degré et demi, puisque refroidi à ce degré, » il commençoit à laisser précipiter une partie de l'eau » qu'il tenoit en dissolution. On peut donc, au moyen » de cette expérience, déterminer, en différens temps, » le degré de saturation de l'air, et ainsi reconnoître » les causes qui font varier la quantité d'eau qu'il tient » en dissolution ».

Je ne dois point oublier ici de parler d'une objection qui m'a été proposée par un habile Physicien, et qui, au premier coup-d'œil, paroit renverser la théorie que je viens de tâcher d'établir. Voici l'objection. Suivant les expériences de quelques physiciens, l'eau s'évapore dans le vide; elle peut donc s'élever sans le secours de l'air, sans y être soutenue, comme je l'ai dit dans l'état de dissolution. Mais si le physicien avoit fait attention que l'eau contient une quantité immense d'air dont on ne peut la purger entièrement, et qu'elle ne peut s'évaporer sans que l'air qu'elle contient, se développe, il auroit aisément remarqué que cette objection renferme un paradoxe, et qu'il est impossible qu'un espace contenant de l'eau qui s'évapore, reste parfaitement vide d'air.

On peut encore objecter à *le Roi* que si, comme il le prétend, l'*Evaporation* étoit relative au degré de chaleur de l'air, il y en auroit beaucoup moins l'hiver que l'été, ce qui est évidemment contraire à l'observation.

Il est très-probable qu'il y a plusieurs causes qui concourent à l'*Evaporation*. La première et la principale est la combinaison du calorique avec la substance évaporable: et outre le degré de chaleur et la propriété qu'a l'air de faire l'office de dissolvant, nous croyons qu'on peut y joindre, 1°. le choc de l'air, continuellement agité sur la surface des corps, et qui paroit très-propre à aider à détacher ces petites particules des masses auxquelles elles appartiennent : 2°. la nature de l'air, qui, étant un corps très-poreux, fait l'office d'éponge, et dans lequel ces petits corps montent par la même raison pour laquelle les liqueurs s'élèvent dans les tuyaux capillaires. 3°. Les différens états de l'athmosphère, la direc-

tion et la durée des vents, et peut-être plusieurs autres causes que nous ignorons. (*Voyez* VAPEURS).

EUDIOMÈTRE. Nouvel instrument de physique destiné à mesurer la pureté de l'air, par son mélange avec le gas nitreux. Cet instrument, inventé par l'abbé *Fontana*, est composé d'un tube de verre long et étroit, d'un diamètre intérieurement bien égal, divisé en mesures égales par un trait de diamant fait sur le tube. Chacune de ces mesures se divise elle-même en 100 parties égales par le moyen d'une règle de cuivre, ainsi divisée, qu'on fait glisser sur le tube. Il est bon que la surface intérieure de ce tube soit un peu dépolie avec de l'émeri fin, afin que l'eau n'y adhère pas par gouttes dispersées çà et là. La seconde pièce, faisant partie nécessaire de l'*Eudiomètre*, est aussi un petit tube de verre, à peu-près du même diamètre que le grand, et, comme lui, intérieurement dépoli avec l'émeri, et qui ait une capacité précisément égale à celle d'une des grandes divisions du grand tube. Cette petite mesure est fixée dans un chaton de cuivre, garni d'une coulisse placée à l'orifice de la mesure, et qui sert à s'assurer qu'on remplit toujours également cette petite mesure d'air ou de gas. On se sert de cette petite mesure pour mêler dans le grand tube de l'air et des gas en différentes proportions, comme nous l'avons dit en parlant du *gas nitreux*. (*Voyez* GAS NITREUX).

EUSTACHE. (*Trompe d'*) (*Voyez* TROMPE D'EUSTACHE).

EXCENTRICITÉ. *Terme d'astronomie.* On appelle *Excentricité* de l'orbe d'une planète, la moitié de la différence qu'il y a entre la plus grande et la plus petite distance de cette planète à son astre central; ou, ce qui est la même chose, l'*Excentricité* de l'orbite d'une planète est la distance qu'il y a du centre de l'ellipse, que parcourt la planète à l'un de ses foyers.

Toutes les planètes se meuvent dans des orbites elliptiques dont leur astre central occupe l'un des foyers; d'où il suit qu'elles se trouvent à une distance tantôt plus, tantôt moins grande de leur astre central. La différence qu'il y a entre la plus grande et la plus petite distance, est exprimée par une ligne droite tirée

d'un foyer à l'autre de l'ellipse, et la moitié de cette différence, qui est la distance du centre de l'ellipse à l'un de ses foyers, est ce qu'on appelle *Excentricité* de l'orbe de la planète.

Les *Excentricités* des orbites de toutes les planètes ne sont pas dans la même proportion avec leur distance à leur astre central; c'est-à-dire, par exemple, que la différence de la plus grande à la plus petite distance des planètes du premier ordre au Soleil n'est pas la même pour toutes : elle est très-considérable à l'égard des unes et fort petite à l'égard des autres; de sorte que les unes parcourent des orbites très-elliptiques, tandis que d'autres parcourent des orbites fort peu elliptiques et très-approchantes du cercle. Par exemple, la différence de la plus grande à la plus petite distance de Mercure au Soleil est de plus d'un tiers, et la différence de la plus grande à la plus petite distance de Vénus au même astre, n'est que d'environ un soixante-neuvième, comme on le peut voir par la table suivante, qui donne les moyennes distances au Soleil, et l'*Excentricité* des orbites des sept planètes principales, exprimées en parties, dont la moyenne distance de la terre au Soleil en contient 1000000. (*Voyez* PLANÈTE).

Table des moyennes distances au soleil et des excentricités des orbites des 7 planètes principales, dont la moyenne distance de la terre au soleil en contient 1000000.

Noms des Planètes.	*Moyennes distances.*	*Excentricités.*
Mercure.	387100	79700
Vénus.	723330	5050
La Terre.	1000000	16850
Mars.	1523690	141700
Jupiter.	5200980	250780
Saturne	9540070	543810
Herschell.	19081800	47587

EXCENTRIQUE. Epithète que l'on donne aux figures ou aux corps qui n'ont pas le même centre. Par exemple,

le cercle *A B E* et le cercle *F G H* (*Pl. LVIII, fig. 5*), sont deux cercles *Excentriques*; car le premier a pour centre le point *C*, et le second a pour centre le point *D*.

EXCENTRIQUES. (*Cercles*) (*Voy.* CERCLES EXCENTRIQUES).

EXCÈS. Différence en plus d'une quantité à une autre. C'est la portion dont une quantité surpasse une autre quantité à laquelle on la compare.

EXCITATEUR. Instrument d'électricité, imaginé par *de Romas* pour exciter, sans aucun risque, des étincelles que l'on tire d'un corps électrisé par les nuages en temps d'orage.

Cet instrument est composé d'un tube de verre, de quelques pieds (environ un mètre ou plus) de longueur, à l'un des bouts duquel est fixé un tuyau de fer-blanc, foncé par un bout et assez semblable à une portion d'un étui ordinaire de cure-dent, et duquel tuyau de fer-blanc pend une chaîne de fil-d'archal assez longue pour toucher la terre, lorsqu'on excite les étincelles. (*Voyez* CERF-VOLANT ÉLECTRIQUE). La matière électrique, dont l'action se propage aisément dans les métaux, enfile la chaîne de fil-d'archal plus volontiers que le tube de verre que tient à la main la personne qui excite les étincelles; ce qui la met à l'abri des accidens qu'elle pourroit éprouver sans cela. On peut donc, par le moyen de cet instrument, tirer des étincelles aussi fortes qu'elles peuvent l'être sans sentir, ni à la main, ni au reste du corps aucune commotion. (*Voyez les Mémoires présentés à l'Académie des Sciences par divers savans, tom. II, pag.* 393).

Il faut que le tube de verre, qui fait le manche de cet instrument, ait pour le moins un pouce (27 millimètres) de diamètre, qu'il soit le plus long qu'il sera possible, et bien sec. Le tuyau de métal qu'on attache au bout de ce tube de verre, peut être fort court; mais il faut donner à la chaîne de métal, qui pend de ce bout de tuyau, dix ou douze pieds (3 ou 4 mètres) de long.

EXHALAISONS. Petits corpuscules salins, spiritueux ou huileux, qui s'exhalent des corps et se répandent dans l'air de l'atmosphère.

De toutes les substances qui s'exhalent des corps et passent dans l'athmosphère, on appelle *vapeurs* toutes celles qui tiennent de la nature de l'eau ; toutes les autres sont connues sous le nom d'*Exhalaisons*. Elles contribuent sans doute à la formation de plusieurs météores, et surtout des enflammés. Je dis qu'elles contribuent à la formation de ces météores, et non pas qu'elles seules les forment, car la plupart d'entr'eux sont des phénomènes électriques. (*Voyez* MÉTÉORE).

EXPANSIBILITÉ. Propriété qu'ont certains fluides, par laquelle ils tendent sans cesse à occuper un plus grand espace, laquelle tendance auroit lieu s'ils n'étoient retenus par quelque obstacle. Tous les fluides élastiques, tels que le feu, l'air et les gas, ainsi que toutes les substances qui ont acquis le degré de chaleur nécessaire pour leur *vaporisation*, comme l'eau au-dessus de son degré bouillant, jouissent de l'*Expansibilité*. De sorte que tant qu'ils ont la liberté de s'étendre, ils ne cessent pas de le faire : du moins ne connoissons-nous pas le terme au-delà duquel ils cesseroient d'être *Expansibles*. C'est pourquoi l'air, par exemple, remplit toujours le vase qui le contient, en quelque petite quantité qu'il y soit.

Toute substance qui jouit de l'*Expansibilité*, jouit aussi de la compressibilité ; car elle ne cesse de s'étendre qu'autant qu'elle est retenue par un osbtacle qui la comprime. Si elle cessoit de s'étendre, en ayant la liberté, elle cesseroit dès-lors d'être *Expansible*.

Il est très-probable que la vraie cause de l'*Expansibilité* est l'élasticité de ces fluides. Le ressort de leurs parties tend toujours à raréfier la masse, à écarter ces parties les unes des autres ; ce qui a sans doute fait dire à Newton et à plusieurs autres physiciens qu'il y avoit entre ces parties une *force répulsive*.

Cette *Expansibibilité* est, dans certaines substances, capable de vaincre des efforts prodigieux, comme cela se voit dans l'inflammation de la poudre à canon, dans les vapeurs dilatées, *etc.* (*Voyez* POMPE A FEU).

EXPANSIBLE. Epithète que l'on donne aux substances qui ont la propriété de tendre sans cesse à occuper un plus grand espace que celui qu'elles occupent.

Toutes ces substances sont nécessairement compressibles et élastiques. (*Voyez* EXPANSIBILITÉ).

EXPANSIF. (*Pouvoir*) (*Voyez* POUVOIR EXPANSIF).

EXPANSION. Acte par lequel un corps s'étend, se dilate, au point d'occuper un plus grand espace, soit par une cause interne, comme l'élasticité, soit par une cause étrangère, comme la chaleur. (*Voyez* EXPANSIBILITÉ).

EXPANSIVE. (*Force*) (*Voyez* FORCE EXPANSIVE).

EXPÉRIENCE. On appelle ainsi une épreuve capable de démontrer la vérité ou la fausseté de quelque fait énoncé. C'est d'après cette épreuve réitérée, s'il est besoin, qu'on peut faire usage ou non de ce fait, pour rendre raison de faits ultérieurs.

Les physiciens ne peuvent trop procéder par voie d'*Expérience* : elle seule donne des connoissances certaines. Les raisonnemens les mieux conçus en apparence sont souvent démentis par elle, et l'on peut dire, presque généralement, qu'on ne doit regarder comme certain, en physique, que ce que l'*Expérience* démontre; mais, pour que l'*Expérience* soit concluante, il faut que le physicien qui en fait usage, sache la faire avec adresse, la simplifier le plus qu'il est possible, en écarter toute cause étrangère, ou du moins bien démêler tout ce qui s'y trouve d'accidentel, et dont l'influence pourroit changer le résultat.

EXPÉRIENCE DE LEYDE. Nom que l'*abbé Nollet* a donné à une *Expérience* d'électricité faite pour la première fois à *Leyde*, et dans laquelle on reçoit une violente commotion. Voici comment se fait cette *Expérience*. Si l'on tient dans une main un vase de verre ou de porcelaine, comme, par exemple, une bouteille de verre mince *A* (*Pl. LXXII, fig.* 1.) en partie pleine d'eau, dans laquelle soit plongé le bout d'une verge de métal électrisée *B C*, et qu'on approche l'autre main de cette verge pour exciter une étincelle *C*, on sent une violente et subite commotion dans les deux bras, et souvent même dans la poitrine, dans les entrailles, et généralement dans toutes les parties du corps.

Cette *Expérience* n'a été connue en France qu'au commencement de l'année 1746, par deux lettres datées

de *Leyde*, l'une de feu *Musschenbroëck* à feu *Réaumur*, et l'autre de *Allaman* à l'*abbé Nollet*. Comme ces messieurs ne marquèrent point expressément par qui cette *Expérience* avoit été faite pour la première fois, l'*abbé Nollet*, qui est le premier qui l'a répétée en France, la nomma l'*Expérience de Leyde*, nom qu'elle a toujours porté depuis, quoiqu'on ait appris dans la suite que c'est *Cuneus* qui l'a faite pour la première fois. L'*abbé Nollet* a examiné ce phénomène dans toutes ses circonstances, pour être en état de dire en quoi il consiste essentiellement, et quelles en sont les causes; ce dont il a rendu compte par un mémoire imprimé dans les *mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année* 1746, *page* 1 *et suivantes*. C'est d'après lui que nous allons donner l'explication de ce fait singulier, ainsi que les détails des circonstances qui peuvent faire réussir ou manquer l'*Expérience*, et rendre la commotion plus ou moins grande.

Tout nous indique et nous porte à croire que la matière électrique est un fluide très-subtil, très-élastique, qui réside partout, au-dedans comme au-dehors des corps. Il est par conséquent au-dedans de nous-mêmes, et si nous en jugeons par la facilité avec laquelle il y entre et en sort, par l'extrême finesse de ses parties, par la porosité de notre matière propre, nous n'aurons pas de peine à comprendre qu'il jouit en nous d'une parfaite continuité, et que ses mouvemens y peuvent être semblables à ceux des autres fluides que nous connoissons mieux. Si un tonneau étant plein d'eau, la liqueur qui le remplit étoit frappée par quelqu'endroit, il est certain que le choc seroit reparti à toute la masse liquide, et que tous les points de la surface intérieure du vaisseau s'en ressentiroient : il est encore certain que si la liqueur, au lieu d'un seul choc, en recevoit en même temps deux par des parties opposées, la commotion générale, dont on vient de parler, en seroit plus forte. Regardons maintenant l'homme qui fait l'*Expérience de Leyde* comme un vaisseau rempli de matière électrique. Cette matière, dont il est intimement pénétré, se trouve frappée et repercutée tout-à-la-fois par deux côtés opposés, dans le moment qu'il excite

l'étincelle; savoir, d'une part par le courant de matière qui sort du vase de verre *A*, et se porte à la main qui le tient, et d'autre part par le courant de matière qui se porte de la verge de métal électrisée *C* à l'autre main qui y excite une étincelle. Ce sont ces deux repercussions simultanées, qui occasionnent la violente commotion qu'on ressent dans cette *Expérience*.

Il est aisé de se convaincre de cette double repercussion. On sait que la matière électrique devient lumineuse, quand elle est choquée. Que l'on fasse donc entrer dans l'*Expérience* des corps diaphanes, et la commotion s'y rendra sensible par une lumière interne: ainsi, au lieu d'une seule personne, qu'on en emploie deux, dont l'une tienne le vase rempli d'eau, tandis que l'autre excite l'étincelle, et qu'on leur fasse tenir, à chacune par un bout, un tube de verre rempli d'eau: lorsque l'explosion se fera, et que les deux corps animés ressentiront la secousse, le tube intermédiaire qui les unit, brillera d'un éclat de lumière aussi subit, et d'aussi peu de durée que le coup qui frappe les deux personnes appliquées à cette épreuve. N'est-il pas tout-à-fait probable qu'on verroit en nous la même chose, si nous étions transparens comme le verre et l'eau?

On aura le même effet, si, au lieu d'un tube plein d'eau, les deux personnes qui font l'*Expérience*, se présentent mutuellement un œuf cru l'une à l'autre, à la distance de quelques lignes (millimètres). (*Voyez Pl. LXXII, fig. 2*). Au moment de la commotion, si c'est pendant la nuit, ou dans un lieu obscur, on voit étinceler l'extrémité de chacun des deux œufs, et tous les deux paroissent également remplis de lumière.

Mais ce qui prouve incontestablement que, dans cette *Expérience*, le feu électrique agit en deux sens opposés, c'est que, si on lui donne à percer des corps filandreux ou mous, comme du papier, du carton, des feuilles d'étain battu, etc. en en appliquant, soit à la bouteille, soit à la verge de métal dont on tire l'étincelle, on trouve aux trous faits à ces corps, des bavures de part et d'autre, par lesquelles il est aisé de juger que ces trous ont été faits par des agens directement opposés.

(*Voyez lettres sur l'Electricité, par l'abbé Nollet, I. partie, page 121 et suivantes*).

Ce double choc produit par les deux courans de matière effluente, qui sortent d'une part de la bouteille *A* (*fig.* 1.), et d'autre part de la verge de métal dont on tire l'étincelle *C*, et qui se portent contre la matière affluente qui sort des mains de ceux qui font l'*Expérience*, ce double choc, dis-je, est plus violent dans le cas dont il s'agit, que dans les autres, parce que les étincelles qu'on tire d'un conducteur garni de verre, par celle de ses extrémités qui est opposée au globe, sont plus fortes et plus sensibles que celles qu'on tireroit du même conducteur sans ces circonstances. La raison en est que la matière électrique poussée par le globe, ayant peine à percer à travers l'épaisseur de la bouteille, reflue en partie par le conducteur, et se précipite avec d'autant plus de force sur le doigt qu'on y présente, ce doigt étant pour elle un milieu plus perméable : de là naît un choc plus violent contre le courant de matière affluente qui va du doigt au conducteur.

Ces deux courans, savoir, celui qui vient du conducteur, et celui qui coule du doigt, se repercutent donc mutuellement : et suivant la loi des corps à ressort, le reflux du premier s'annonce par un éclat de lumière, qui remplit ordinairement la bouteille ; et celui du second deviendra sensible par une étincelle, si la personne qui fait l'*Expérience*, au lieu de toucher la bouteille avec l'autre main, approche un doigt de cette autre main d'un morceau de métal ou de quelque autre corps semblable non-isolé.

Si l'on suppose maintenant que la personne, en tirant l'étincelle du conducteur, ait son autre main appliquée à la bouteille, ou à la main de quelqu'un qui tienne lui-même la bouteille, on concevra sans peine qu'en cet endroit il doit y avoir un violent contre-coup causé par la rencontre des deux courans, devenus rétrogrades par le choc. C'est ce contre-coup qui cause la violente commotion qu'on ressent dans l'*Expérience de Leyde*.

Pour réussir dans cette expérience, il faut que le vase qui contient l'eau soit ou de verre ou de porcelaine, ou de crystal de roche, ou de grès, ou de talc, ou de quelques

quelques autres matières dures du règne minéral. Un vase de métal, de bois, ou de quelque autre substance propre à faire des conducteurs, n'auroit pas le même succès. La raison de cela est que les corps de cette dernière espèce perdent leur électricité, aussitôt qu'on les touche avec quelque corps non-isolé de la nature des conducteurs: il n'en est pas de même du verre, de la porcelaine, etc. qui peuvent être touchés sans perdre leur électricité, même dans le cas où ils l'ont reçue par communication. Or il est essentiel que la main qui touche la bouteille, avant qu'on excite l'étincelle, ne fasse pas perdre à la verge de fer son électricité; sans quoi ce seroit fort inutilement qu'on essaieroit de faire étinceler cette verge avec l'autre main; mais cette verge perdroit son électricité, si la bouteille, qui est à son extrémité, et que l'ou touche, étoit de métal ou de bois: ce qui ne lui arrive pas, lorsque la bouteille est de verre ou de porcelaine. Cet attouchement que l'on fait au vase, ne change donc rien à l'état de la verge de fer qui lui transmet l'électricité. On peut donc, en pareil cas, faire étinceler cette verge, et par-là exciter la commotion.

Non-seulement l'attouchement des corps de la nature des conducteurs ne fait pas perdre à la bouteille de verre son électricité, mais il paroît qu'il lui conserve mieux que celui des corps propres à l'isoler; car la bouteille, une fois électrisée pour l'*Expérience de Leyde*, perd, à la vérité, son électricité; mais cela ne se fait que lentement, et elle est très-long-temps à la perdre entièrement: on lui en trouve quelquefois des signes encore très-sensibles, après un espace de temps de plus de 36 heures; mais il est certain, quoi qu'en disent quelques auteurs, que cette électricité se conserve mieux et plus long-temps, quand la bouteille est posée sur des corps de la nature des conducteurs, tel que du métal, que quand elle est isolée, ou posée sur du verre. Cela vient sans doute de ce que, dans le premier cas, le support fournit des *affluences* de matière électrique, et reçoit en lui les *effluences* de la bouteille; ce que ne peut pas faire aussi bien une matière telle que le verre, qui n'a été ni frotté ni

chauffé. (*Voyez l'Essai sur l'Electricité des corps par l'Abbé Nollet, pag.* 203).

De toutes les épreuves qu'a faites l'*abbé Nollet* touchant l'*Expérience de Leyde*, et dont il a rendu compte à l'Académie des Sciences (*Voyez les Mém. de l'Acad. des Sc. Ann.* 1746, *pag.* 1 *et suiv.*), il résulte les choses suivantes.

1°. La qualité du verre qu'on emploie dans cette expérience, ne tire point à conséquence; le plus commun, comme le plus fin, paroissent réussir également, toutes choses égales d'ailleurs.

2°. Le verre n'est point la seule matière avec laquelle on puisse faire l'expérience; on y substitue, avec un certain succès, la porcelaine, l'émail, le grès, le crystal de roche, le talc, etc.

3°. Quand la bouteille est d'un verre mince, elle vaut mieux que s'il étoit plus épais.

4°. Une grande bouteille vaut mieux qu'une petite, jusqu'à un certain point cependant; car, quand la surface du verre est excessivement grande, elle ne procure point un plus grand effet que si elle étoit moindre, à moins qu'il n'y ait une grande partie de cette surface couverte de substances de la nature des conducteurs.

5°. La figure est une chose fort indifférente; on peut se servir d'une capsule ou d'une jatte, aussi bien que d'une bouteille. (*Voyez fig.* 3).

6°. Il est nécessaire que le vaisseau de verre soit bien sec et bien essuyé au-dehors, et même au-dedans à la partie qui n'est point remplie d'eau.

7°. Car c'est une attention qu'on doit avoir de ne le point remplir entièrement.

8°. L'eau qu'on met dans le vaisseau ou dans cette bouteille, peut être froide ou chaude : il paroît cependant que l'effet peut devenir plus grand avec l'eau chaude : mais comme elle s'exhale en vapeurs, elle mouille la partie du vaisseau qui doit rester vide et sèche; ce qui est un inconvénient.

9°. On peut substituer à l'eau du mercure, du menu plomb à giboyer, des broquettes, de la limaille

de fer, du cuivre, etc. avec un plein succès; cependant il paroît que l'eau fait encore mieux.

10°. Les huiles, le soufre fondu, l'esprit-de-vin, et généralement toutes les matières grasses ou spiritueuses réussissent mal.

11°. L'effet est plus grand et plus sûr, quand la bouteille repose sur la main d'un homme ou sur un support électrisable par communication, que lorsqu'on la laisse isolée; mais il est sûr que, dans ce dernier cas, elle s'électrise assez pour donner la commotion.

12°. Une chose absolument essentielle, c'est qu'il s'établisse une communication non-interrompue entre la surface extérieure de la bouteille et le conducteur qui y transmet l'électricité.

13°. Cette communication peut se faire par une seule personne, qui ait une main appuyée à la bouteille, tandis qu'avec l'autre main, elle excite une étincelle au conducteur; mais on peut aussi former cette communication avec plusieurs qui se tiennent par la main ou autrement, et dont la première tienne la bouteille, tandis que la dernière fait étinceler le conducteur. L'*abbé Nollet* en a employé jusqu'à 300 avec une pleine réussite.

14°. Cette même communication peut être formée avec toute autre chose que des corps animés; mais il est de toute nécessité que les corps qu'on emploie à cet usage, soient de ceux qu'on nomme *Conducteurs*, c'est-à-dire, de ceux qui sont électrisables par communication.

15°. Il n'est pas nécessaire que ces corps, qui forment la communication, soient isolés.

16°. Les autres corps qui touchent ceux par qui la communication est formée, ne participent point à la commotion que ceux-ci éprouvent.

17°. Les corps qui forment la communication, et en qui se fait la commotion, ne donnent extérieurement aucun des signes ordinaires d'électricité; ils n'attirent et ne repoussent point les corps légers qui sont autour d'eux.

18°. La commotion, dans l'*Expérience de Leyde*,

se transmet par les matières fluides comme par les solides.

19°. Cette même commotion s'étend à des distances prodigieuses en un clin-d'œil.

20°. Elle peut être assez violente pour tuer des animaux : et ceux qui périssent ainsi, se trouvent, après la mort, dans l'état de ceux qui sont foudroyés par le tonnerre.

21°. Il n'est pas absolument besoin d'employer un vaisseau creux, ni de l'emplir d'eau : un carreau de verre enduit de quelque métal de part et d'autre, peut être mis en place de la bouteille; mais alors il faut laisser à l'une et à l'autre surface deux pouces (54 millimètres) de bords qui ne soient point enduits. *Voyez Pl. LXXII, fig.* 4, où le carreau de verre *A* est placé sur une platine de métal qui communique au conducteur par la chaîne *B*, laquelle platine est isolée sur un gâteau de résine *G*, et fait par conséquent partie du conducteur. L'on établit ici la communication entre la surface supérieure du carreau de verre et la chaîne *B* qui vient du conducteur, par le moyen de la verge de fer courbée *C*; ce qui donne lieu à l'explosion. (La commotion est dans ce cas-là trop violente, pour essayer de servir soi-même de pièce de communication; car, en faisant ainsi l'expérience, on a tué des animaux).

22°. Un bout de tuyau de verre enfilé sur le conducteur, peut aussi servir à faire l'expérience, et peut faire ressentir la commotion.

23°. L'*Expérience de Leyde* peut aussi se faire très-bien avec un vaisseau de verre qui ne contienne ni eau ni métal, mais qui soit seulement bien purgé d'air, comme l'a fait voir *l'abbé Nollet*, en 1747. (*Voyez les Mém. de l'Acad. des Sc. An.* 1747, *pag.* 24).

24°. La communication entre les surfaces intérieures et extérieures du vase ou de la bouteille n'est point nécessaire, comme l'a prétendu *Francklin*, car l'expérience réussit très-bien avec un matras *A* (*Pl. LXXII, fig.* 5.) vidé d'air et scellé hermétiquement, qu'on adapte au conducteur, par le moyen d'un tuyau de fer-blanc *B*, qui reçoit d'un bout le col du matras, et de l'autre enfile le conducteur. Quand ce matras *A* est

bien électrisé, si l'on applique, pendant quelques instans, une de ses mains à sa surface, et que de l'autre on essaie de tirer une étincelle du conducteur *C*, on ressent une violente commotion, et par cette épreuve le matras se désélectrise, comme la bouteille ordinaire. Il y a bien ici une communication ; mais elle ne s'étend pas de la surface extérieure du verre à sa surface intérieure, puisque le matras *A* est scellé *hermétiquement*.

25°. Il est possible (et cela est arrivé quelquefois) de ressentir une commotion semblable à celle qui caractérise l'*Expérience de Leyde*, en frottant d'une main le dos d'un chat, tandis qu'on tient l'autre main à une très-petite distance du nez de l'animal. Il faut cependant avouer que cet effet est rare, parce qu'il faut un temps très-favorable à l'*Electricité* et un chat très-électrisable; si l'on veut en faire l'essai, on doit le tenir sur quelques étoffes de soie, et le frotter un certain temps, avant que de porter le doigt à son nez.

De tous ces faits, qui sont aujourd'hui bien constatés, on tire la conséquence suivante ; savoir, que, dans l'*Expérience de Leyde*, tout consiste à électriser fortement par communication un corps, de telle espèce qu'il puisse être (pourvu qu'il soit de ceux qu'on peut toucher pendant un certain temps, sans les désélectriser), ce corps touchant d'une part au conducteur isolé, par lequel il s'électrise, et de l'autre à un conducteur, isolé ou non, qui tire une étincelle du premier.

La manière de rendre raison de cette *Expérience*, est en entier de l'*Abbé Nollet* : nous allons maintenant rapporter l'opinion des autres Physiciens sur cette fameuse bouteille, afin que le lecteur puisse choisir celle qui lui paroîtra la meilleure et la plus conforme aux faits.

Selon *Jallabert*, au moment de l'explosion, deux courans d'un fluide très-élastique, mus avec violence, entrent et se précipitent dans le corps par deux routes opposées, se rencontrent, se heurtent ; et leur mutuelle répulsion cause une condensation forcée de ce fluide en diverses parties du corps; lequel fluide, par son élasticité, tendant dans le même moment à s'étendre, distend toutes ces parties, et occasionne la douleur que l'on

ressent en pareil cas. Cette explication approche beaucoup de celle de l'*Abbé Nollet*.

Francklin a une opinion tout-à-fait opposée à celles-là. Il croit, 1°. que le verre est absolument imperméable à la matière électrique, de manière pourtant que cette matière peut bien se condenser dans le verre, mais ne peut jamais passer immédiatement d'une surface à l'autre, en traversant son épaisseur. 2°. Qu'une bouteille ou autre vase de verre, soit qu'elle soit chargée ou non, ne contient pas plus de matière électrique dans un cas que dans l'autre. Cela posé, il prétend que le feu électrique passe du conducteur électrisé à la surface intérieure de la bouteille, laquelle est touchée par le corps conducteur qu'on y a mis, tel que de l'eau, du métal, etc. et qu'en même temps la surface extérieure en perd autant que la surface intérieure en acquiert; de manière que lorsque la surface intérieure en a acquis une fois autant qu'elle en avoit, la surface extérieure en est totalement dépouillée : et alors la bouteille est chargée, puisque, selon lui, la surface intérieure n'en peut plus recevoir, lorsque l'extérieure n'en peut plus perdre. Pour opérer la décharge de cette bouteille, il faut alors établir, avec des corps conducteurs, une communication intime entre les deux surfaces de la bouteille, laquelle communication est, selon lui, essentielle : alors l'excédent du feu électrique de la surface intérieure passe avec une violence extrême, par le moyen du corps conducteur qui sert de canal, à la surface extérieure qui en est dépouillée; et c'est ce passage subit du feu électrique qui cause la commotion. (*Voyez* ELECTRICITÉ).

Le Roy rend raison de cette commotion d'une manière différente de toutes celles qui précèdent : elle est consignée dans l'Encyclopédie à l'Article *Coup foudroyant*. Je la rapporte ici telle qu'elle s'y trouve.

Nous allons, d'après les différentes propriétés du verre et des corps électrisables par communication, essayer de faire voir comment, de cette disposition et de ces propriétés, il en doit résulter un choc dans la personne qui fait l'*Expérience*. Par les propriétés du verre, on voit, 1°. que l'eau étant électrisée par le moyen du fil de métal venant du conducteur, elle doit électriser le verre dans tous les points où elle le touche, puisque,

comme nous l'avons dit, le verre s'électrise ainsi par communication; on sent facilement aussi pourquoi on ne doit pas remplir la bouteille d'eau au-dessus d'une certaine hauteur, et pourquoi elle doit être fort sèche dans toute la partie extérieure et intérieure au-dessus de la surface de l'eau; car si cette liqueur montoit trop haut dans la bouteille, ou que ses deux surfaces fussent humides, l'électricité pourroit glisser le long de ces surfaces, se transmettre à la main, etc., et de là se perdre dans le plancher; ainsi le verre ne pourroit plus s'électriser, puisqu'il ne resteroit plus d'électricité; on voit donc la nécessité d'un intervalle, rebord ou marge de verre, qui sépare les deux substances électrisables par communication qui se touchent. On voit 2°. que la main, qui est un corps électrisable par communication, touchant la bouteille par sa surface extérieure, doit obliger une partie de l'électricité que reçoit l'intérieure, à passer au travers du verre, comme nous avons dit que cela arrivoit dans ce cas. 3°. Que par-là, au bout d'un certain temps d'électrisation, cette bouteille acquiert la propriété de pouvoir fournir de l'électricité par sa surface intérieure, et d'en pomper extérieurement par les pores répondans à ceux qui ont été électrisés en dedans. Ceci étant bien entendu, si on se rappelle que tous les corps électrisables par communication, contiennent beaucoup de fluide électrique, on concevra comment on doit éprouver un choc, lorsqu'en tenant la bouteille d'une main, on tire de l'autre une étincelle du conducteur: car, dès que vous tirez cette étincelle, vous acquérez du fluide électrique, qui tend à se décharger de toutes parts, et qui se déchargeroit effectivement au plancher à travers vos souliers, si, dans le même instant, le cul de la bouteille ne l'attiroit: or, comme dans le même temps que d'une main vous tirez l'étincelle du conducteur, la bouteille tire ou pompe l'électricité de l'autre main qui la touche, comme nous l'avons dit, vous devez en conséquence sentir instantanément deux secousses dans les parties du corps opposées, c'est-à-dire, dans le poignet de la main qui tient la bouteille, et dans celui de celle qui tire l'étincelle. En effet dans le bras qui tire l'étincelle, vous devez sentir une se-

cousse produite par le fluide électrique qui y entre, et dans celui qui tient la bouteille, une autre secousse au contraire produite par le fluide qui en sort; et c'est aussi ce que l'on ressent non-seulement dans les poignets, mais encore dans les coudes, etc. comme nous l'avons dit au commencement de cet article. Cette double sensation distingue d'une manière bien précise l'effet de cette expérience de celui d'une simple étincelle que l'on tire du conducteur. Dans ce dernier cas, on ne ressent qu'une seule secousse, et cela dans la partie qui tire l'étincelle. Il est vrai que lorsque l'électricité est très-forte, on en ressent une aussi quelquefois en même temps dans la cheville du pied; ce qui a fait dire à quelques Physiciens que le choc de l'*Expérience de Leyde* ne différoit de celui que produit une simple étincelle, que par la force; mais ils ne faisoient pas attention à cette double sensation simultanée, que l'on éprouve toujours dans cette *Expérience*, quelque foible même que soit l'électricité, et qui par-là en fait, pour ainsi dire, le caractère.

L'*Expérience* suivante forme une nouvelle preuve en faveur de l'explication que nous venons de donner des causes du *Coup foudroyant*.

Que, tout restant de même, on suppose la bouteille placée sur un guéridon de bois, et deux personnes ayant chacune une main posée dessus, toujours dans la partie qui répond à celle où l'eau se trouve intérieurement; si l'une d'elles tire une étincelle du conducteur, elles seront frappées toutes les deux en même temps; mais l'une, celle qui, tout-à-la-fois touche la bouteille et tire l'étincelle, recevra le *Coup foudroyant*; et l'autre, dont la main repose dessus, ne sera frappée, quoiqu'assez vivement, que dans le bras et le poignet de la main qui touche à la bouteille. La raison en est sensible. Lorsqu'une des personnes tire l'étincelle du conducteur, le verre de la bouteille pompe le fluide électrique de tous les corps qui touchent les points de sa surface extérieure, répondant à ceux que touche l'eau intérieurement: il doit donc non-seulement en pomper de la personne qui tire l'étincelle, et par-là lui faire recevoir le *Coup foudroyant*, mais encore de celle qui ne fait que reposer sa main dessus, quoique

cette personne ne participe aucunement au reste de l'*Expérience*.

Avant d'aller plus loin, il est à propos de répondre à une difficulté que l'on pourroit nous faire. Selon vous, nous dira-t-on, les secousses que l'on ressent dans le *Coup foudroyant*, sont produites par l'entrée du fluide électrique d'un côté, et par sa sortie de l'autre. Or, ce fluide entrant par la main qui tire l'étincelle, et sortant par celle qui tient la bouteille, il sembleroit que ces secousses devroient se faire sentir aux deux mains, et cependant vous dites que c'est aux poignets, aux coudes, etc. Comment cela se fait-il? Le voici: Ce n'est pas tant l'entrée ni la sortie du fluide électrique dans un corps, qui produit un effet ou une sensation, que la manière dont ce fluide entre ou sort. La raison en est que la transmission de l'électricité d'un corps à un autre, qui le touche immédiatement, se fait sans choc, sans étincelle, enfin sans aucun effet apparent; au lieu que, si elle se fait d'un corps à un autre qui ne le touche pas, il y a toujours étincelle et choc. Ainsi, que l'on électrise une chaîne de fer non-tendue, et dont les chaînons soient à quelque distance les uns des autres, le passage de l'électricité de l'un à l'autre deviendra sensible par une étincelle, qui partira successivement de chacun d'eux; mais si la chaîne est bien tendue, en sorte que tous les chaînons se touchent bien intimement, la transmission se fera d'un bout à l'autre dans un instant, et sans que l'on s'en apperçoive. Appliquons ceci à ce qui se passe dans un homme qui fait l'*Expérience* du coup foudroyant. Dans cet homme se trouvent des articulations aux poignets, aux coudes, aux épaules, etc.; dans ces parties la continuité n'est pas bien entière; elles ressemblent donc, en quelque façon, aux chaînons qui ne se touchent pas immédiatement: il s'ensuit donc qu'il doit y avoir une espèce de choc, lorsque l'électricité passe de l'un à l'autre; comme nous avons dit qu'on l'observe. Cependant le doigt ne laisse pas de ressentir une douleur, ou plutôt une forte piqûre brûlante; et si la main, qui touche la bouteille, ne ressent rien ordinairement, c'est que le fluide électrique se déchargeant par tous ses pores,

l'impression qu'elle fait est trop foible pour être apperçue. Vous vous assurerez que c'en est là l'unique cause, si au lieu d'appuyer la main toute entière sur une bouteille bien électrisée, vous ne la touchez que du bout des doigts; car vous y ressentirez une douleur très-vive en faisant l'*Expérience*, le fluide électrique faisant alors une impression fort sensible, parce qu'il ne sort que par le petit nombre de pores qui sont aux bouts des doigts.

Non-seulement l'*Expérience* que nous avons rapportée plus haut, paroit confirmer notre explication des effets de la *Bouteille de Leyde*, mais encore la plupart de celles que l'on peut faire avec cette bouteille; ainsi lorsqu'elle fait partie d'un système de corps électrisés, quoique d'abord l'électricité paroisse plus foible que lorsqu'il n'y en a pas, cependant elle augmente successivement jusqu'à devenir très-forte : ce qui arrive lorsque cette bouteille a acquis la plus grande vertu possible, relativement à l'intensité de la force électrique qui vient du globe. On dit alors qu'elle est chargée, et l'électricité devient en quelque façon constante, et n'augmente ni ne diminue point à chaque instant, comme cela arrive lorsque cette bouteille ne fait point partie du système des corps électrisés; en sorte qu'elle forme comme une espèce de réservoir à l'électricité. Or cet effet est une suite naturelle de ce que nous avons dit plus haut de la propriété qu'a le verre, de fournir du fluide électrique par la surface qui en a reçu, et d'en pomper par celle qui en a donné : car, par cette propriété, on voit que, lorsque le verre de la bouteille de Leyde a été fortement électrisé, si le globe vient à fournir moins d'électricité, ce verre en redonne à l'eau, etc., en en pompant de la personne ou du support non-électrique sur lequel il est appuyé: la force qu'ont le globe et la bouteille pour fournir chacun de l'électricité, étant, comme nous l'avons dit plus haut, pour ainsi dire en équilibre, lorsque celle-ci est bien chargée. On voit encore, par la même raison, que la vertu qu'a cette bouteille de conserver long-temps son électricité, est une suite de la même propriété. En effet, tant qu'elle conserve la faculté de

pomper du fluide électrique des corps qui la touchent, elle conserve celle d'en fournir, et par conséquent de paroître électrique. Le temps que cette bouteille conserve son électricité, va quelquefois jusqu'à trente-six, quarante heures, et plus.

L'abbé *Nollet* est le premier qui ait pensé à faire faire cette *Expérience* à plusieurs personnes tout-à-la-fois; dans sa nouveauté, il la fit, le roi étant présent, dans la grande galerie de Versailles, avec deux cent quarante personnes auxquelles se joignirent tous les seigneurs qui vinrent avec sa majesté. Comme cette *Expérience* est du genre des choses, ainsi que nous l'avons dit au commencement de cet article, dont on ne peut avoir d'idée qu'autant qu'on les éprouve soi-même; peu de temps après, le roi, curieux de savoir ce qui en étoit par lui-même, vint dans le cabinet des Médailles, où étoient les instrumens de cet académicien, et là, fit l'*Expérience* plusieurs fois avec des personnes de sa cour. Quelque temps après, *le Monnier*, le médecin, la fit dans l'enclos des Chartreux, en faisant partie d'un cercle formé par deux fils-de-fer, chacun de 95 toises (186 mètres) de long; et il remarqua qu'elle étoit instantanée. *Waston* et quelques membres de la Société Royale de Londres, ont fait aussi des *Expériences* très-curieuses à ce sujet, qui seroient trop longues à rapporter, mais par lesquelles il paroit que l'étendue du cercle électrique ayant quatre milles, l'*Expérience* a encore parfaitement réussi, et s'est fait sentir instantanément dans tous les points de cette vaste étendue. Ce qu'il y a de plus singulier dans cette *Expérience*, c'est que, quoiqu'à dessein, ils eussent interrompu la chaîne pendant l'espace de deux milles, en sorte que la commotion ne pouvoit se transmettre de l'observateur, qui étoit à l'extrémité du fil-de-fer, à un autre observateur qui en étoit éloigné de deux milles, que par le terrein, cela n'empêcha pas, comme nous venons de le dire, l'*Expérience* de réussir. Enfin, les *Expériences* du même genre que fit, en 1749, *Jallabert*, sont trop singulières pour qu'on ne les rapporte pas ici. L'abbé *Nollet* en fait mention dans ses Lettres, *pag.* 202 : « J'avois établi (c'est *Jallabert*

» qui parle) une machine électrique dans une galerie » située sur le Rhône, 250 pieds (81 mètres) environ au-dessous de notre machine hydraulique: » un matras destiné aux *Expériences* de la commotion, fut suspendu à une barre de fer électrisée » immédiatement par un globe de verre, et du culot » de ce matras pendoit un fil-de-fer, qui plongeoit » dans le Rhône de la profondeur de quelques lignes » (millimètres): des fils-de-fer attachés à la barre, » et soutenus par des cordons de soie, venoient aboutir auprès de quelques fontaines publiques. Le globe » étant frotté, on tiroit de ces fils-de-fer, en approchant la main, des étincelles qui causoient la sensation d'une légère piquûre; mais si quelqu'un, » communiquant d'une main à l'eau de quelqu'une » des fontaines, présentoit l'autre au fil-de-fer qui y » aboutissoit, il éprouvoit une forte commotion, etc ».

Il est à remarquer que les eaux qu'élève cette machine hydraulique, sont portées dans un réservoir à plus de mille quatre cents pieds (455 mètres) de cette machine, élevé de 131 pieds (42 $\frac{1}{2}$ mètres) sur le niveau du Rhône, et que de ce réservoir elles se distribuent dans les différens quartiers de la ville.

Voilà bien des opinions différentes sur cette fameuse *Expérience*. Laquelle est la bonne? Cela est bien difficile à décider. Il y a des *Expériences* qui paroissent décisives en faveur de chacune de ces opinions: il y en a sur-tout qui paroissent prouver la bonté des deux opinions les plus opposées; savoir, celle de l'*Abbé Nollet* et celle de *Franklin*: les autres ne semblent être en quelque façon que des émanations de ces deux-là. Les deux courans opposés que soutient l'*Abbé Nollet*, et qui sont si bien prouvés dans tous les autres phénomènes électriques, ne le sont pas moins dans celui-ci par l'expérience que voici. Dans un cahier de papier de 18 ou 20 feuilles, plus ou moins, mettez trois lames minces de cet étain dont on se sert pour étamer les glaces, savoir, une au milieu, et une de chaque côté après la première ou seconde feuille: faites passer la commotion au travers de l'épaisseur de ce cahier ainsi garni. Vous trouverez, si la commotion n'est pas trop forte,

les deux lames d'étain extérieures percées; et celle du milieu ne le sera pas.

On conçoit aisément qu'il est impossible qu'un seul courant produise cet effet.

Le courant unique que soutient *Franklin*, ainsi que l'une des surfaces de la bouteille surchargée de matière électrique, tandis que l'autre en est dénuée, paroissent aussi bien prouvés par l'expérience suivante, qui m'a été indiquée par *Deparcieux*. Chargez une bouteille par son crochet, de manière que le conducteur qui l'électrise, communique à la surface intérieure : ôtez ensuite son crochet, avec un bâton de cire d'Espagne, afin de ne lui rien faire perdre de son électricité : mettez cette bouteille sur la platine de la machine pneumatique, couverte d'un récipient, et y faites le vide. Si vous opérez dans l'obscurité, vous verrez le feu électrique sortir abondamment du goulot de la bouteille, et se diviser en plusieurs jets qui se courbent pour se porter à la panse. Recommencez l'expérience, avec cette différence que vous chargerez la bouteille par la panse : alors vous verrez le feu électrique sortir de la panse, s'élancer en plusieurs jets qui se courbent pour entrer dans le goulot de la bouteille. Cela ne prouve-t-il pas que la surface qu'on a fait communiquer avec le conducteur isolé, est surchargée de feu électrique, tandis que l'autre en a moins qu'il ne lui en faut?

Ces faits, qui paroissent se contredire, ne font qu'augmenter la difficulté, lorsqu'il s'agit de rendre raison de l'*Expérience de Leyde*. Et si nous voulons être de bonne foi, nous avouerons ingénuement que nous ne sommes pas encore assez instruits sur cette merveilleuse bouteille, pour bien rendre raison de la commotion qu'elle cause.

On veut encore qu'il soit nécessaire de mettre un corps conducteur dans l'intérieur de la bouteille : cela n'est point; car si, au lieu d'eau ou de limaille de fer ou de cuivre, on y met du verre pilé ou concassé, l'expérience réussit très-bien; et la commotion est même très-forte.

EXPERIMENTAL. Epithète que l'on donne à tout ce qui est fondé sur l'expérience. La Physique, qui est

traitée par voie d'expérience, est pour cela appelée Physique *Expérimentale* : c'est la seule sur laquelle on puisse compter d'une manière certaine. (*Voyez* PHYSIQUE EXPÉRIMENTALE).

EXPIRATION. Acte par lequel la poitrine des hommes et des animaux, en se rétrecissant, chasse une partie de l'air qu'elle avoit reçu dans l'*inspiration*. (*Voyez* INSPIRATION *et* RESPIRATION).

EXPLOSION. Très-grande dilatation subite d'une substance quelconque. Si l'on enflamme de la poudre à canon, elle se réduit subitement en vapeurs prodigieusement dilatées par l'inflammation, et fait une *Explosion* d'autant plus grande, que la quantité de la poudre enflammée est plus considérable. Que l'on fasse chauffer de l'eau dans un vaisseau exactement fermé, si la chaleur est assez forte pour donner à l'eau une force expansive plus grande que la résistance du vaisseau, elle le fait crever, se réduit subitement en vapeurs, et fait une *Explosion* terrible, et capable d'efforts prodigieux. (*Voyez* MARMITE DE PAPIN *et* POMPE A FEU).

Le bruit que l'on entend en pareil cas, est produit par l'air frappé par la vapeur dilatée.

EXTENSIBILITÉ. Propriété qu'ont certains corps de pouvoir être étendus, alongés plus qu'ils ne le sont dans leur état naturel. Les cordes ont cette propriété; car elles peuvent être alongées, lorsqu'on les tire avec une certaine force. Les métaux ont aussi l'*Extensibilité*; car ils peuvent s'étendre sous le marteau, et cela d'autant plus, qu'ils sont plus ductiles. (*Voyez* DUCTILITÉ).

EXTENSIBLE. Epithète que l'on donne aux corps qui peuvent s'étendre. (*Voyez* EXTENSIBILITÉ).

EXTENSION. Sorte de mouvement par lequel un corps s'alonge. C'est par le mouvement d'*Extension*; ainsi que par celui de contraction, que les muscles deviennent les principaux agens des mouvemens du corps. (*Voyez* là-dessus un ouvrage de *Borelli*, intitulé : *De Motu animalium*). C'est aussi par le moyen des mouvemens d'*Extension* et de contraction que la plupart

des animaux de la classe des vers et quelques reptiles, ont le mouvement progressif.

EXTINCTION. Action d'éteindre le feu ou une lumière, c'est-à-dire, d'arrêter l'action du feu ou de la lumière. L'eau éteint le feu, parce qu'en couvrant la surface du corps embrasé, elle empêche le contact de l'air, fluide absolument essentiel à la combustion. (*Voyez* EAU *et* AIR).

EXTRACTION. *Terme de Chymie.* C'est la séparation que l'on fait de quelques-unes des parties d'un corps d'avec les autres parties du même corps. Ainsi, quand on sépare l'huile des olives d'avec la pulpe qui la contient, cela s'appelle l'*Extraction* de l'huile.

EXTRÊMES. *Terme de Mathématique.* On nomme ainsi, dans une proportion, le premier antécédent, et le second conséquent. Si l'on a la proportion géométrique 4 : 6 :: 8 : 12, le premier antécédent 4 et le second conséquent 12, sont les *Extrêmes.* (*Voyez* PROPORTION).

F E R

FAUSSE PÉNOMBRE. (*Voyez* PÉNOMBRE). (*Fausse*)

FEMELLE. (*Hydre*) (*Voyez* HYDRE FEMELLE).

FENETRE OVALE. C'est ainsi qu'on a nommé une ouverture ovale qui communique de la *caisse du tambour* (*Voyez* CAISSE DU TAMBOUR) *dans le vestibule* du *labyrinthe*. (*Voyez* VESTIBULE, LABYRINTHE *et* OREILLE). Cette ouverture est ordinairement fermée par la base *h* (*Pl. XXVIII, fig.* 2.) de l'*étrier C*.

FENETRE RONDE. Nom que l'on a donné à une ouverture ronde qui communique de la *caisse du tambour* (*Voyez* CAISSE DU TAMBOUR) dans la *rampe* interne du *limaçon*. (*Voyez* RAMPE, LIMAÇON *et* OREILLE). Cette ouverture est fermée par une membrane fort mince et susceptible de mouvemens de vibration. C'est au moyen de cette ouverture que se fait la communication des ébranlemens de l'air contenu dans la *caisse du tambour* à celui qui est renfermé dans le *labyrinthe*.

FER. C'est le plus utile de tous les métaux. Les Américains, que nous avons tant trompés en leur donnant peu de fer pour beaucoup d'or, avoient raison de croire en même temps nous tromper, et étoient réellement plus habiles que nous. La physique expérimentale et la chymie ne pourroient s'attacher à un sujet qui intéressât plus les arts que le fer.

Le fer, ainsi que les autres métaux, se trouve dans la terre, rarement dans un état de pureté, mais le plus souvent mêlé à d'autres matières, ce qu'on appelle *minéralisé*. Cette mine de fer, telle qu'on la tire de la terre, est un assemblage confus de matières assez hétérogènes, les unes ferrugineuses et véritablement métalliques, les autres, ou sulfureuses, ou salines, ou simplement terreuses. On met toute cette masse en fusion par le moyen du feu, et parce que les parties métalliques, plus pesantes que les autres, tombent alors au

au fond des vaisseaux dans lesquels elles sont contenues, on sépare aisément ce qui les surnage, et n'est pas de leur nature. Il s'en faut bien que cette séparation puisse être parfaite. On coule le fer fondu dans un canal ouvert, qui a la figure d'un prisme triangulaire; il prend cette même figure en se refroidissant; et de longues pièces de fer ainsi conditionné s'appellent des *gueuses*.

On *affine* ce fer en le fondant de nouveau. Comme il y est resté beaucoup de matières étrangères, on les en séparera de la même manière que la première fois, quoiqu'en moindre quantité. L'opération se peut renouveler tant qu'on le juge à propos. Le fer en cet état s'appelle *Fonte de fer*, ou simplement *Fonte*. (*Voyez* FONTE DE FER).

Le *Fer* est répandu partout, dans la terre, dans les végétaux, dans les animaux; mais on n'appelle *mines de fer* que les endroits où il est abondant. On trouve quelquefois le *Fer* natif, mais rarement. Les mines de *Fer* qui probablement en approchent le plus, sont celles qui sont attirables à l'aimant: telles sont les suivantes.

La *mine de Fer écailleuse*: ce ne sont que de petites écailles ou paillettes qu'on trouve dans presque toutes les rivières aurifères. Elles sont presque toutes à l'état de métal, et très-attirables à l'aimant.

La *mine de Fer lenticulaire*: ce sont des groupes de crystaux lenticulaires brillans comme l'acier poli: ils sont un peu attirables à l'aimant. Leur pesanteur spécifique est 50116.

La *mine de Fer spéculaire* ressemble à de l'acier poli, et est aussi brillante: celle de l'île d'Elbe est de ce genre. Elle est un peu attirable à l'aimant. Sa pesanteur spécifique est 52180.

La *mine de Fer noire de Suède* est noirâtre. Elle passe pour la plus riche en métal de toutes les mines de *Fer*; elle en contient environ 80 livres par quintal: aussi est-elle très-attirable à l'aimant. Sa pesanteur spécifique est 46783.

La *mine de Fer bleue de Suède* est d'un gris tirant sur le gros bleu: elle est bien attirable à l'aimant. Sa pesanteur spécifique est 48670.

L'*hématite striée* est une mine de fer qui est d'un

rouge d'ochre à l'extérieur, et de couleur de fer à la fracture : elle est attirable à l'aimant. Sa pesanteur spécifique est 48983.

Je ne connois que ces six mines de fer qui soient attirables à l'aimant; les suivantes ne le sont pas.

La *mine de Fer cubique* : ce sont d'assez gros cubes, striés sur toutes les faces : il n'y a pas deux faces de suite qui aient les stries dans le même sens. La pesanteur spécifique de cette mine est 35027.

La *mine de Fer prismatique* est formée de prismes tétraèdres coupés obliquement aux deux extrémités. Sa pesanteur spécifique est 73548.

La *mine de fer octaèdre* est composée de petits crystaux octaèdres, isolés et dispersés dans une gangue de schiste ou de pierre calcaire. Ses crystaux sont d'un gris noirâtre. Leur pesanteur spécifique est 49394.

La *mine de Fer grise de Suède* est d'un gris foncé. Elle n'a aucune action sur l'aimant, comme en ont les mines du même pays dont nous avons parlé ci-dessus. Sa pesanteur spécifique est 46770.

La *mine de Fer spathique* : dans cette mine le *Fer* est combiné avec l'acide carbonique : c'est un vrai carbonate de *Fer*. Cette mine est d'un blanc sale et jaunâtre; elle a le brillant du spath étincelant ou feld-spath : c'est cette apparence de ressemblance avec le spath qui lui a fait donner le nom de *Spathique*. Sa pesanteur spécifique est 36720.

La *mine de Fer sulfureuse* est composée de *Fer* uni et combiné avec le soufre; c'est un sulfure de *Fer* connu sous le nom de *Pyrite martiale*. Ces sulfures sont très-abondans : on trouve beaucoup de bois fossiles incrustés de ces pyrites. Les charbons de terre qui effleurissent à l'air, doivent cette efflorescence à la pyrite dont ils sont pénétrés. C'est à la décomposition de ces pyrites qu'on attribue la chaleur de presque toutes les eaux minérales. C'est encore au mèlange de ces sulfures avec les débris des végétaux qu'on attribue l'embrasement des feux souterreins.

La décomposition à l'air de ces sulfures ou pyrites occasionne souvent la formation de l'acide sulfurique, qui agit alors sur le *Fer*, qui le dissout, et forme une

efflorescence à sa surface. On profite de cette propriété de la pyrite pour établir des fabriques de *sulfate de Fer*, connu sous le nom de *vitriol de Fer* ou *couperose verte*. Ce sulfate, réduit en poudre par le feu dans un creuset, et mêlé avec la noix de galle pulvérisée, forme une encre sèche et portative. Ce même sulfate, poussé à un feu plus fort, laisse échapper son acide; il ne reste plus qu'un oxide métallique appelé *colcotar*. C'est encore à la décomposition de ces pyrites ou sulfures qu'on attribue la formation des *ochres*. Il y en a de rouges, dont on fait des crayons.

La *mine de Fer hépatique* est formée par la décomposition de la pyrite martiale, dont le soufre s'est dissipé, la pyrite gardant sa forme. Sa pesanteur spécifique est 34771.

L'*hématite terreuse* est une mine de fer d'un assez beau rouge : c'est un oxide de *Fer* assez pur, dont la couleur varie depuis le jaune jusqu'au rouge foncé, suivant les divers degrés d'altération de l'oxide. Cette *hématite* n'est point attirable à l'aimant, comme l'est l'*hématite striée* : on la taille en crayons, et on l'emploie à brunir l'or et l'argent. Sa pesanteur spécifique est 35731.

Le *plombagine* est encore une sorte de mine de *Fer* : c'est un vrai *carbure de Fer*, car c'est du *Fer* combiné avec une substance charbonneuse : aussi est-il vraiment combustible. Le *plombagine* est luisant d'un bleu noirâtre, et gras au toucher : il tache les mains, et laisse sur le papier un trait noirâtre ; c'est pourquoi on l'emploie à faire des crayons. Le meilleur est celui d'Angleterre : la mine la plus abondante est dans le duché de Cumberland. Le *plombagine* est propre à garantir le *Fer* de la rouille; aussi en frotte-t-on les poëles de fonte, les plaques de cheminées, etc. On en couvre aussi les cuirs à repasser les rasoirs.

L'*aimant* doit aussi être placé au rang des mines de *Fer*, parce qu'il en est réellement une, puisqu'il contient toujours une certaine quantité de ce métal. Mais qu'est-ce qui est uni au *Fer*, dans cette mine, pour en faire un *aimant*? c'est ce qu'on ignore. La pesanteur spécifique de celui qui vient des Indes, est 42437. (*Voyez* AIMANT).

FER FONDU. C'est la même chose que la fonte de *Fer*. (*Voyez* FONTE DE FER).

FER FORGÉ. Forger le *Fer* c'est le mettre au feu, de sorte qu'il soit tout pénétré de particules ignées, et ensuite le battre, le pétrir, pour ainsi dire, à coups de marteau, tandis qu'il est ramolli par le feu qui le pénètre. Dans cette opération, on lui ôte les matières hétérogènes qui y sont mêlées. Alors il est malléable; il prend telle figure que l'on veut, et les conserve étant refroidi. Il est encore malléable à froid quand il a naturellement assez de *corps*, c'est-à-dire, assez de souplesse et de flexibilité; mais il ne l'est jamais tant, à beaucoup près, que lorsqu'il est chaud. On peut le travailler froid à la lime et au ciseau; il n'est ni si dur, ni si cassant que la *fonte*.

En forgeant le *Fer*, on lui fait perdre une des propriétés qu'il avoit lorsqu'il étoit encore *fonte*: il n'est plus fusible. Tout au plus, en le mettant au feu (ce que les ouvriers appellent *lui donner une chaude*), on peut le chauffer à tel point qu'il s'en détachera quelques gouttes fondues qui tomberont. Cette *chaude* s'appelle *suante;* mais ce n'est point là une fusion, ni qui se fasse tout à-la-fois, à la manière des métaux, ni qui rende le fer assez fluide. Il n'est réduit qu'en une espèce de pâte.

Le *Fer forgé* est un métal d'un gris sombre, mais brillant dans l'endroit de la fracture, où l'on voit qu'il est composé de lames. Le fer est le plus dur et le plus élastique des métaux: il est en même temps le plus ductile des métaux imparfaits; car on peut le passer à la filière, et le réduire en fils même très-déliés, dont la ténacité ne le cède à celle d'aucun métal: elle est près de 26 $\frac{1}{2}$ fois aussi grande que celle du plomb. Le *Fer* est presque aussi sonore que l'argent. Si l'on en excepte le platine, le *Fer* est de tous les métaux le plus difficile à fondre; mais il se ramollit au feu, et on le travaille à son gré. Le *Fer* est le seul corps qui soit attirable à l'aimant; il est aussi le seul qui puisse l'attirer.

Le *Fer* rougit aisément dans le feu; il peut même rougir hors du feu par un frottement violent, ou par des coups de marteau redoublés: c'est ce qu'on observe

souvent lorsqu'il produit du feu par le mouvement rapide des roues des moulins et des voitures. Quand on le chauffe vivement, il pétille et jette de grandes étincelles; phénomène qui n'arrive à aucun autre métal. Il se détruit dans le feu, ou en laissant une scorie d'un brun tirant sur le noir, ou en se dissipant avec les vapeurs sulfureuses, comme on le remarque dans les grandes forges et dans les atteliers des ouvriers en fer. Il est cependant plus fixe au feu que l'*étain* et le *plomb*, mais il l'est moins que l'or, l'argent, le platine et le cuivre. C'est un des métaux qui, comme nous l'avons déjà dit, entre le plus difficilement en fusion; il soutient le degré du feu le plus violent avant que de se fondre : pour cela il lui en faudroit un d'environ 7990 degrés. Le verre ardent le change en matière noire semblable à de la poix, spongieuse et à demi vitrifiée, ou bien il le dissipe en étincelles.

Le *Fer* ne s'amalgame point, ou du moins très-peu, avec le mercure, et cet amalgame ne peut se faire qu'avec beaucoup de peine et d'art; tous les autres métaux, même le cuivre, s'amalgament avec le mercure plus aisément que lui.

Une des plus grandes utilités du *Fer*, et certainement la plus étendue, est celle dont il est par son changegement en acier. Alors il devient tous les instrumens propres à couper, à tailler, à percer, *etc.* et cela est infini. (*Voyez* ACIER).

Le *Fer* est un des métaux le moins pesant. Quand il est forgé; il l'est plus que l'étain, mais il l'est moins que le platine, l'or, le plomb, l'argent et le cuivre. Lorsqu'il est pur, sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée, comme 77880 est à 10000. Un pouce cube de fer pèse 154344 milligrammes (5 onces 28 grains); et le pied cube pèse 266662865 milligrammes (545 livres 2 onces 4 gros 55 grains). Il faut remarquer que la pesanteur spécifique varie, non-seulement dans les différentes espèces de fer, mais encore dans différens morceaux du même fer. Cette variété n'est pas très-considérable : la plus forte que m'aient fournie mes épreuves a été d'environ $\frac{1}{100}$; cela vient sans doute de ce que les lames qui composent le fer, ne se

touchent pas parfaitement, et que les vides, qu'elles laissent entr'elles, sont plus ou moins grands.

Le *Fer* augmente rarement de densité par l'écroui, sans doute parce qu'il l'a déjà été fortement en le mettant en barre; et quand il en augmente, c'est d'une très-petite quantité.

La plus forte augmentation que j'en aie trouvé dans mes épreuves a été de $\frac{1}{2868}$. Il arrive beaucoup plus souvent qu'il diminue de densité par cette voie, et cela arrive sûrement s'il a été écroui dans les deux sens opposés, comme, par exemple, lorsqu'une barre quarrée a été battue à froid sur ses quatre côtés. J'ai cru en appercevoir la raison; voici celle que j'ai soupçonnée. En battant à froid une barre de fer dans un sens seulement, on peut quelquefois rapprocher ses lames les unes des autres, de façon à diminuer son volume et augmenter par conséquent sa densité; c'est ce qui m'est arrivé, mais une fois seulement, comme je l'ai déjà dit, et cela n'a été que d'une très-petite quantité. Si ensuite on bat à froid cette barre dans l'autre sens, ses lames déjà resserrées sur elles-mêmes et devenues plus dures par l'écroui, ne pouvant plus se resserrer davantage, la percussion les écarte les unes des autres, en les courbant; elles laissent entr'elles des vides plus ou moins grands, ce qui en augmente le volume et en diminue la densité. J'ai voulu voir si mon soupçon étoit fondé; j'ai donc pris un morceau de *Fer*, qui, n'ayant été battu à froid que dans un sens, avoit un peu augmenté de pesanteur spécifique; je l'ai fait battre à froid dans l'autre sens : sa pesanteur spécifique a été beaucoup plus diminuée par ce second écroui, qu'elle n'étoit augmentée par le premier; car son augmentation dans le premier cas n'a été que d'environ $\frac{1}{2868}$, et sa diminution dans le second a été d'environ $\frac{1}{1440}$.

Cela prouve qu'en battant une barre de *Fer* à froid, on court les risques d'y produire des gerçures et de l'affoiblir. C'est une remarque assez importante pour les arts.

J'ai enfin fait rougir ces morceaux de *Fer*, qui avoient été écrouis, et les ai fait battre fortement à

chaud : par ce procédé, leur densité a regagné ce qu'elle avoit perdu par l'écroui; de sorte qu'elle s'est trouvée, à très-peu de chose près, la même qu'elle étoit dans leur état primitif, étant un peu moindre dans quelques morceaux, et un peu plus grande dans d'autres, mais la différence n'a été que d'environ $\frac{1}{1000}$.

L'action de l'air et de l'eau sur le *Fer forgé* constitue un *Oxide martial* connu sous le nom de *Safran de Mars apéritif*, qui n'est autre chose qu'un carbonate de *Fer*. Si l'on met de la limaille de *Fer* dans l'eau, et qu'on l'agite, il en résulte une poudre noire, qui est un oxide de *Fer*, connu sous le nom d'*Ethiops martial*.

Les acides ont tous sur le *Fer* une action plus ou moins marquée. L'acide sulfurique, étendu d'eau, produit sur le *Fer* une vive effervescence : l'eau se décompose, son oxigène oxide le *Fer*, et son hydrogène passe sous forme gaseuse. L'acide dissout alors le *Fer* ainsi oxidé, sans rien perdre et sans changer de nature. C'est par ce procédé qu'on extrait le gas hydrogène. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE).

L'acide nitrique se décompose rapidement sur le *Fer* : l'oxigène qui l'acidifioit, oxide le *Fer*, qui ensuite se dissout : et le reste passe en gas nitreux. (*Voy.* GAS NITREUX). La dissolution est d'un rouge brun. Par ce procédé on peut obtenir du gas nitreux.

L'acide muriatique, affoibli avec de l'eau, attaque le *Fer* avec véhémence; l'eau se décompose : son oxigène oxide le métal, qui est ensuite dissous par l'acide, lequel n'a rien perdu; et son hydrogène passe sous la forme de gas. Le *Fer*, en passant à l'état d'oxide, augmente de poids d'une quantité égale à $\frac{7}{100}$ de son poids.

L'acide végétal ou du vinaigre, dissout le *Fer* avec facilité. Le tartrite acidule de potasse, appelé *Crême de tartre*, dissout aussi le *Fer*. Les divers degrés de rapprochement de cette dissolution forment 1°. le *Tartrite de potasse ferrugineux*, ou *Tartre martial soluble* : 2°. l'*Extrait de Mars apéritif* : 3°. les *Boules de Nancy*.

L'acide gallique dissout le *Fer* : c'est cette dissolution qui forme la base de l'encre.

L'acide prussique dissout le *Fer*, et forme le *Prussiate de Fer* ou *Bleu de Prusse*. Le bleu de Prusse

s'enflamme plus aisément que le soufre, et détonne fortement avec le muriate oxigène de potasse. L'ammoniaque, chauffé sur le bleu de Prusse s'empare de sa matière colorante. Les alkalis fixes purs, décolorent aussi, même à froid et sur le champ, le bleu de Prusse; et ils sont pour cela préférables aux carbonates d'alkali.

Le *Fer* peut s'allier avec plusieurs substances métalliques; mais son alliage le plus en usage dans les arts est avec l'étain pour former le *Fer blanc*.

L'usage du *Fer*, dans le commerce et dans les arts, est si étendu et si fréquent que personne ne l'ignore.

FER. (*Fonte de*) (*Voyez* FONTE DE FER).

FÉRIALE. (*Lettre*) (*Voyez* LETTRE FÉRIALE).

FERME. Epithète que l'on donne aux corps dont les parties ont entr'elles une adhérence telle qu'elles ne se déplacent pas aisément par le toucher. Les corps de cette espèce sont appelés *corps fermes*.

Ces corps sont opposés aux corps fluides, dont les parties cèdent à la moindre pression, et aux corps mous, dont les parties se déplacent aisément par une force très-médiocre: (*Voyez* FLUIDE). Les corps *Fermes* sont appelés plus ordinairement *corps solides*; cependant ce mot *solide* ne me paroit pas exprimer aussi précisément la propriété dont il s'agit, pour plusieurs raisons: 1°. parce que le mot *solide* se prend encore en d'autres acceptions, soit pour désigner les corps géométriques, c'est-à-dire, l'étendue considérée avec ses trois dimensions; soit pour désigner l'impénétrabilité des corps et pour les distinguer de l'étendue pure et simple; auquel cas *solide* peut se dire également des corps fluides: 2°. parce que le mot *solide* se dit en général de tout corps qui n'est pas fluide, soit que ce corps soit mou, soit qu'il soit dur; et, en ce sens, on peut dire de la cire, de la glaise, qu'elle est corps solide, mais on ne dira pas qu'elle est un corps *Ferme*. Le mot *Ferme* me paroit donc devoir être préféré dans l'acception présente, cependant l'usage a prévalu.

FERMENTATION. Mouvement intestin qui s'excite entre les parties constituantes et intégrantes de

certains corps, ou à l'aide d'un degré de chaleur et d'une fluidité convenables, ou par le mèlange de différentes substances, et d'où il résulte de nouvelles combinaisons des principes de ces mêmes corps.

Toutes les substances végétales et animales, si elles sont exposées à un degré de chaleur convenable, et qu'elles contiennent assez d'humidité, éprouvent une *Fermentation*. Si l'on mêle ensemble un acide et un alkali, il s'excite ordinairement une vive *Fermentation*, pendant laquelle il se dégage du mèlange un fluide élastique, comme l'air, et qui est connu sous le nom de *gas*. (*Voyez* GAS).

On distingue trois sortes de *Fermentation*, relativement aux trois principaux produits qui en résultent : savoir, 1°. la *Fermentation vineuse* ou *spiritueuse*; parce qu'elle change en vin les substances qui l'éprouvent, et qu'on retire de ce vin un esprit inflammable, connu sous le nom d'*Esprit-de-vin*. (*Voyez* ESPRIT-DE-VIN); 2°. La *Fermentation acide* ou *acéteuse*; parce que le produit en est un acide ou un vinaigre. 3°. La *Fermentation putride* ou la *putréfaction*, que l'on pourroit aussi nommer *Fermentation alkaline*; parce qu'il se développe beaucoup d'alkali volatil dans les substances qui l'éprouvent.

C'est dans un Traité de chymie où il faut chercher le développement de ces idées. J'en donne ici un abrégé extrait du *Traité de Chymie de Lavoisier*.

FERMENTATION VINEUSE. On exprime le jus des raisins, des pommes, des poires, etc. (on ajoute de l'eau à ces dernières). On met ces liqueurs dans de grandes cuves, dans un lieu qui soit au moins à 10 degrés de température. Bientôt il s'y excite un mouvement rapide de fermentation, qui va en augmentant: de sorte que la liqueur semble bouillir très-fort, comme elle le feroit par l'action du feu. Il s'en dégage une grande quantité de gas acide carbonique. (*Voyez* GAS ACIDE CARBONIQUE).

Le suc des raisins, des pommes, etc., de doux et sucré qu'il étoit, se change en une liqueur vineuse, qui, quand la *Fermentation* est complette, ne contient plus de sucre; et dont on peut retirer, par distillation, une

liqueur inflammable, connue dans le commerce et les arts, sous le nom d'*Alcohol* ou *Esprit-de-vin.*

Examinons donc d'où vient le gas acide carbonique qui se dégage dans cette opération; et d'où vient la liqueur inflammable qui s'y forme : et voyons comment un corps doux, un oxide végétal, peut se transformer ainsi en deux substances si différentes, dont l'une est combustible, et l'autre éminemment incombustible. Pour cela, cherchons à connoître la nature du corps fermentescible, et les produits de la fermentation. Car rien ne se crée de nouveau, ni naturellement, ni par art : dans toute opération, il y a une égale quantité de matière avant et après; la qualité et la quantité des principes sont les mêmes; il n'y a de changemens que dans les modifications et dans les nouvelles combinaisons. Voyons donc quels sont les principes constituans du corps fermentescible. Dans le jus des raisins, des pommes, etc. il y a une partie sucrée : choisissons donc de ces principes le plus simple, le sucre dont l'analyse est facile.

Le sucre est un oxide végétal à deux bases; il est composé d'hydrogène. . . . . 8 parties.
de carbone 28
d'oxigène 64
100

Pour le faire fermenter, il faut le dissoudre dans 4 fois son poids d'eau. Mais l'eau et le sucre ensemble ne fermentent point seuls : on excite la fermentation avec de la levure de bierre. Ainsi pour opérer sur 100 liv. de sucre, on aura donc

	liv.	on.	gr.	gr.
du sucre	100	0	0	0
de l'eau	400	0	0	0
de la levure de bierre en pâte 10 liv. Composées de Levure sèche .	2	12	1	28
Eau.	7	3	6	44
	510	0	0	0

Principes constituans des matériaux de cette fermentation.

407liv. 3on. 6gr. 44gr. d'eau

		liv.	on.	gr.	gr.
Composées de...	Hydrogène.	61	1	2	71,40
	Oxigène . .	346	2	3	44,60

100 0 0 0 de sucre

Composées de...	Hydrogène.	8	0	0	0
	Oxigène . .	64	0	0	0
	Carbone . .	28	0	0	0

2 12 1 28 de levure sèche

Composées de...	Hydrogène.		4	5	9,30
	Oxigène . .	1	10	2	28,76
	Carbone . .		12	4	59,00
	Azote . . .			5	2,94

510 0 0 0 — 510 0 0 0

Récapitulation.

		liv.	on.	gr.	gr.	*En tout* liv.	on.	gr.	gr.
Oxigène...	de l'eau....	340	0	0	0	411	12	6	1,36
	de l'eau de la levure.	6	2	3	44,60				
	du sucre....	64	0	0	0				
	de la levure	1	10	2	28,76				
Hydrogène	de l'eau....	60	0	0	0	69	6	0	8,70
	de l'eau de la levure.	1	1	2	71,40				
	du sucre...	8	0	0	0				
	de la levure		4	5	9,30				
Carbone...	du sucre...	28	0	0	0	28	12	4	59
	de la levure		12	4	59				
Azote.....	de la levure	5	2,94			5	2,94		

510 0 0 0

Examinons maintenant quels sont les produits de la *Fermentation*. Pour les connoître on renferme toute la liqueur dans un appareil par le moyen duquel on peut déterminer la qualité et la quantité de tous les produits séparément, et les peser à telle époque que l'on veut. Cet appareil est gravé pl. X, fig. 1 du *Traité de chymie de Lavoisier*.

Une ou deux heures après le mèlange fait, surtout si la température est à 15 ou 18 degrés, la liqueur se trouble et devient écumeuse : il s'en dégage des bulles qui crèvent à la surface : la quantité de ces bulles augmente ; et il se dégage une grande quantité de gas acide carbonique très-pur. Au bout de quelques jours (suivant le degré de chaleur) le dégagement du gas diminue ; mais il ne cesse pas entièrement : ce n'est qu'après un temps assez long que la fermentation est achevée.

Le poids du gas acide carbonique sec dégagé est de . . . . . 35liv. 5on. 4gr. 19gr.

Le poids de l'eau entraînée et dissoute par ce gas est de. 13 14 5 0

Il reste dans le vase une liqueur vineuse légèrement acide. Cette liqueur pèse 460 livres 11 onces 6 gros 53 grains. En analysant séparément toutes ces substances, et en les résolvant en leurs parties constituantes, on trouve par un travail très-pénible, les résultats suivans.

Résultats obtenus par la fermentation.

liv.	on.	gr.	gr.			liv.	on.	gr.	gr.
35	5	4	19	d'acide carbonique composé.	d'oxigène...	23	7	1	54
					de carbone.	9	14	2	57
408	15	5	14	d'eau composée.....	d'oxigène...	347	10	0	59
					d'hydrogène	61	5	4	27
444	5	1	33			444	5	1	33

Ci-contre. liv.	on.	gr.	gr.			liv.	on.	gr.	gr.
444	5	1	33		d'oxigène combiné avec l'hydrogène....	444	5	1	33
						31	6	1	64
57	11	1	58	d'alcohol sec composé	d'hydrogène combiné avec l'oxigène.....	5	8	5	3
					d'hydrogène combiné avec le carbone.....	4	0	5	0
					de carbone.	16	11	5	63
4	1	4	3	de résidu sucré composé.....	d'hydrogène		5	1	67
					d'oxigène....	2	9	7	27
					de carbone.	1	2	2	53
1	6	0	50	de levure sèche composée.....	d'hydrogène		2	2	41
					d'oxigène....		13	1	14
					de carbone.		6	2	30
					d'azote.....			2	37
2	8	0	0	d'acide acéteux sec composé..	d'hydrogène		2	4	0
					d'oxigène....	1	11	4	0
					de carbone.		10	0	0
510	0	0	0			510	0	0	0

Récapitulation des résultats obtenus par la fermentation.

liv.	on.	gr.	gr.			liv.	on.	gr.	gr.
409	10	0	54	d'oxigène...	de l'eau.....	347	10	0	59
					de l'acide carbonique..	25	7	1	34
					de l'alcohol.	31	6	1	64
					de l'acide acéteux.....	1	11	4	0
					du résidu sucré.....	2	9	7	27
					de la levure.		13	1	14
409	10	0	54			409	10	0	54

			liv.	on.	gr.	gr.
Ci-contre. liv. on. gr. gr. 409 10 0 54						
		de l'acide carbonique..	409	10	0	54
		de l'alcohol..	9	14	2	57
28 12 5 59	de carbone.	de l'acide acéteux....	16	11	5	63
		du résidu sucré.....		10	0	0
		de la levure.	1	2	2	53
				6	2	30
		de l'eau.....	61	5	4	27
		de l'eau de l'alcohol.....	5	8	5	3
71 8 6 66	d'hydrogène.	combiné avec le carbone dans l'alcohol....	4	0	5	0
		de l'acide acéteux....		2	4	0
		du résidu sucré.....		5	1	67
		de la levure.		2	2	41
2 37	d'azote.				2	37
510 0 0 0			510	0	0	0

En réfléchissant sur ces résultats, on remarque que, sur les 100 livres de sucre, il y en a 4 livres 1 once 4 gros 3 grains non-décomposés : on n'a donc opéré

que sur . . .	95liv.	14on.	3gr.	69gr.	de sucre.
c'est-à-dire, sur . . .	61	6	0	45	d'oxigène
sur . . .	7	10	6	6	d'hydrogène.
sur . . .	26	13	5	18	de carbone.

Ce qui est suffisant pour former l'alcohol, l'acide carbonique et l'acide acéteux produits par la *Fermentation*. Il n'est donc point nécessaire de supposer que l'eau se décompose dans cette opération, à moins qu'on ne prétende que l'oxigène et l'hydrogène sont dans l'état d'eau dans le sucre : il est bien plus probable que

les 3 principes constitutifs du sucre sont entre eux dans un état d'équilibre, qui subsiste jusqu'à ce qu'il soit trouble, soit par un changement de température, soit par une double affinité : et ce n'est qu'alors que les principes, se combinant 2 à 2, forment de l'eau et de l'acide carbonique.

Il faut remarquer de plus que l'hydrogène et le carbone ne sont pas dans l'état d'huile dans l'alcohol : ils sont combinés avec une portion d'oxigène qui les rend miscibles à l'eau.

Dans cette *Fermentation*, le carbone du sucre se sépare en deux parties : l'une se combine avec l'oxigène, pour former l'acide carbonique : l'autre avec l'hydrogène et l'eau, pour former l'alcohol. De sorte que si l'on pouvoit recombiner ces substances, on reformeroit du sucre.

FERMENTATION ACÉTEUSE. C'est l'acidification du vin qui se fait à l'air libre, par l'absorption de l'oxigène : il en résulte l'acide acéteux, connu sous le nom de *Vinaigre*. Cet acide est composé d'hydrogène et de carbone, combinés ensemble, et portés à l'état d'acide par l'oxigène; mais dans une proportion encore indéterminée.

Le vinaigre étant acide, l'analogie a fait conclure qu'il tient de l'oxigène : mais cela est de plus prouvé par des expériences directes. 1°. Le vin ne se convertit en vinaigre qu'autant qu'il a le coutact de l'air : 2°. Il y a diminution du volume de l'air dans lequel cela a lieu; et cette diminution est causée par l'absorption du gas oxigène : 3°. On peut transformer le vin en vinaigre, en l'oxigénant par quelqu'autre moyen que ce soit. Une expérience de *Chaptal* prouve clairement notre assertion. Il prend du gas acide carbonique dégagé de la bierre en fermentation : il en sature de l'eau en en faisant dissoudre dans cette eau une quantité égale au volume de l'eau : il met cette eau à la cave dans des vases qui communiquent avec l'air. Au bout de quelque temps le tout est converti en acide acéteux. Le gas acide carbonique de la bierre tient un peu d'alcohol en dissolution : il y a donc, dans cette eau, tous les matériaux nécessaires pour former de l'acide acéteux : l'alcohol fournit l'hydrogène, et une portion de carbone : l'acide carbonique fournit du carbone et de

l'oxigène : l'air fournit ce qui manque d'oxigène, pour porter le mèlange à l'état d'acide acéteux.

On voit par-là qu'il ne faut qu'ajouter de l'hydrogène à l'acide carbonique, pour le constituer acide acéteux, ou, en général, acide végétal : qu'au contraire il ne faut que retrancher de l'hydrogène aux acides végétaux, pour les convertir en acide carbonique. Cette opération est, comme l'on voit, beaucoup plus simple qu'on ne l'avoit cru jusqu'ici.

FERMENTATION PUTRIDE. Dans cette *Fermentation*, comme dans la vineuse, les phénomènes s'opèrent en vertu d'affinités très-compliquées. Les principes constitutifs cessent également d'être en un état d'équilibre : mais les résultats des combinaisons sont très-différens de ceux que donne la *Fermentation* vineuse. On fait usage du même appareil, cité ci-dessus, en parlant de la *Fermentation* vineuse.

Dans la fermentation vineuse, l'hydrogène reste uni à une portion d'eau et de carbone, pour former de l'alcohol : dans la putride, tout l'hydrogène se dissipe sous la forme de gas hydrogène; en même temps l'oxigène et le carbone s'échappent en gas acide carbonique; et il ne reste plus que la terre du végétal, mêlée d'un peu de carbone et de fer.

La putréfaction des végétaux est donc une analyse complette de ces substances, dans laquelle tous leurs principes se dégagent sous forme de gas; à l'exception de la terre, qui fait ce qu'on nomme *Terreau*.

Tels sont les résultats quand la substance ne contient que de l'oxigène, de l'hydrogène, du carbone, et un peu de terre; et même ces substances seules fermentent mal et difficilement; et il faut un temps considérable pour que la putréfaction soit complette.

Il n'en est pas ainsi, quand la substance contient de l'azote; ce qui a lieu à l'égard de plusieurs matières végétales, et de toutes les matières animales. L'azote favorise merveilleusement la putréfaction : elle est alors plus prompte : c'est pour cela qu'on mèlange les matières animales avec les végétales, lorsqu'on veut hâter la putréfaction : et c'est dans ce mèlange que consiste presque toute la science des amandemens et des fumiers.

fumiers. Mais l'introduction de l'azote, non-seulement accélère les phénomènes, mais il forme de l'ammoniaque, en se combinant avec l'hydrogène. Si d'abord on en sépare l'azote, il ne se forme plus d'ammoniaque; car l'azote est essentiel à sa composition, comme l'a prouvé *Berthollet*.

Les corps combustibles sont presque tous susceptibles de se combiner les uns avec les autres. Le gas hydrogène a éminemment cette propriété : il dissout le carbone, le soufre, et le phosphore (*Voyez* GAS HYDROGÈNE), et il en résulte trois de ses variétés. Les deux dernières ont une odeur particulière et très-désagréable : celle du gas hydrogène sulfuré a beaucoup de rapport avec celle des œufs corrompus : celle du gas hydrogène phosphoré est la même que celle du poisson pourri : celle de l'ammoniaque n'est ni moins pénétrante, ni moins désagréable. C'est de la combinaison de ces odeurs que résulte celle qui s'exhale des matières animales en putréfaction, et qui est si fétide : tantôt l'odeur de l'ammoniaque domine; et on la reconnoît à ce qu'elle pique les yeux : tantôt c'est celle du soufre ou des œufs gâtés, comme dans les matières fécales : tantôt celle du phosphore, comme dans le hareng pourri.

Il arrive quelquefois que le cours de la *fermentation putride* est dérangé par quelques causes particulières. *Fourcroy* et *Thouret* ont observé des phénomènes particuliers, relativement à des cadavres enterrés à une certaine profondeur, et garantis jusqu'à un certain point du contact de l'air. Ils ont remarqué que la partie musculaire se convertit en une graisse animale. Cela tient à ce que l'azote de ces matières a été dégagé par quelque cause particulière, et à ce qu'il n'est resté que de l'hydrogène et du carbone, matières propres à faire de la graisse. Les déjections animales sont principalement composées de carbone et d'hydrogène : aussi approchent-elles de l'état des huiles; et, en effet, elles en fournissent par la distillation à feu nu : mais leur odeur est insoutenable.

On sait en général que les matières animales sont composés d'hydrogène, de carbone et d'azote, et souvent de soufre et de phosphore, le tout porté à l'état

d'oxide, par une quantité plus ou moins grande d'oxigène. Mais on ignore absolument quelle est la proportion de ces principes. Les observations ultérieures compléteront, sans doute, cette partie de l'analyse chymique.

FÊTES MOBILES. *Fêtes* de l'Eglise, dont la place, dans le calendrier, est déterminée par le jour auquel on célèbre la *Fête de Pâque*. Ce jour étant une fois déterminé, les *Fêtes mobiles* sont connues et déterminées. Le Concile de Nicée a ordonné qu'on célébreroit la *Fête de Pâques* le premier Dimanche qui suit la pleine lune qui arrive après l'équinoxe du Printemps, c'est-à-dire, le premier Dimanche d'après la pleine lune qui tombe au 21 Mars ou après le 21 Mars (le 1er. germinal). Ce jour déterminé, il est aisé de régler tout le reste. Le Dimanche de la *Septuagésime* est 9 semaines ou 63 jours avant *Pâque*, ou, ce qui est la même chose, c'est le troisième Dimanche avant le jour des *Cendres*: la *Sexagésime* est le second Dimanche avant le jour des *Cendres*: la *Quinquagésime* est le premier Dimanche avant le jour des *Cendres*; et la *Quadragésime* est le premier Dimanche de Carême. Le jour des *Cendres* précède celui de *Pâque* de 46 jours. 36 jours après *Pâque*, viennent les Rogations. Le Jeudi suivant est l'*Ascension*. 10 jours après l'*Ascention*, vient la *Pentecôte*. Le Dimanche suivant est la *Trinité*. Le Jeudi qui suit immédiatement la *Trinité*, est la *Fête-Dieu*. (*Voyez* CALENDRIER).

FEU. Matière très-subtile, qui, par son action, produit du moins la chaleur et souvent l'embrasement.

Le plus grand nombre des Physiciens regardent le *Feu* comme une matière simple, inaltérable et destinée à produire la chaleur et l'embrasement. D'autres prétendent que son essence consiste dans le mouvement seul des parties du corps qui s'embrase: il est vrai qu'ils attribuent ce mouvement à l'éther ou à la matière subtile: dans ce cas-là on pourroit dire que l'éther ou la matière subtile est vraiment la matière du feu, celle qui produit la chaleur et l'embrasement des corps.

En effet, le *Feu*, dans son principe, doit être autre chose qu'un mouvement imprimé aux parties du corps qui brûle; car tout mouvement se ralentit et cesse

d'être sensible, en se distribuant à une plus grande quantité de matière : au contraire le *Feu* se communique avec accroissement : une étincelle peut devenir un incendie. Il faut donc qu'il y ait une cause, qui non-seulement entretienne la première inflammation, mais qui facilite ses progrès. Cette cause ne peut être qu'une matière, car elle agit immédiatement sur les corps : et il n'y a que la matière qui puisse agir sur les corps. Aussi cette opinion est-elle la plus généralement reçue.

Cette matière est fixe et inaltérable ; elle est tellement fluide, qu'elle ne cesse jamais de l'être, excepté lorsqu'elle se combine avec d'autres corps. Il y a plus, c'est que le *Feu* paroît être la principale cause de la fluidité des corps. C'est par son action que leurs parties s'écartent, se séparent les unes des autres, perdent leur adhérence, et reçoivent enfin cette mobilité respective en quoi cousiste leur fluidité. C'est par son ralentissement ou son absence qu'elles se rapprochent, adhérent les unes aux autres, se lient et reprennent enfin la consistance qu'il leur avoit fait perdre.

Les particules du *Feu* sont d'une finesse extrême ; car il n'y a point de corps qu'elles ne pénètrent. Elles sont très-solides et d'une dureté à toute épreuve ; car elles entament les corps les plus durs : rien ne leur résiste, et elles résistent à tout. On peut regarder le *Feu* comme un dissolvant universel : propriété qui le distingue essentiellement de toutes les autres substances.

Le *Feu* est présent partout : tous les corps en sont comme imbibés. Il est dans la terre que nous habitons, dans l'air que nous respirons, dans les alimens qui nous nourrissent, dans nous-mêmes ; et quoiqu'il soit capable de tout détruire, de tout consumer, comme son action n'est jamais d'elle-même assez forte pour causer l'embrasement, bien loin de nous nuire, c'est par lui que nous vivons : il fait partie du fluide que nous respirons ; et il est probablement la seule portion de ce fluide qui serve à entretenir la vie. (*Voyez* AIR PUR).

Il est plus que probable (et c'est encore une opi-

nion généralement reçue) que le *Feu* et la lumière sont le même fluide; car le *Feu*, qui brûle les corps, nous éclaire: et la lumière qui nous éclaire, brûle les corps. On ne peut certainement pas nier qu'au foyer d'un miroir ardent il y ait un véritable *Feu*; et nous ne sommes pas fondés à en supposer de deux espèces.

Voilà tout ce qu'on peut raisonnablement dire sur la nature du *Feu*. Si nous voulions rapporter toutes les conjectures qu'on a hasardées sur cette matière, nous serions beaucoup plus longs qu'il n'est permis de l'être dans un ouvrage comme celui-ci; et ce que nous dirions ne seroit ni plus satisfaisant, ni plus instructif. Dans une matière peu connue, plus on est prolixe, moins on est clair.

La matière du *Feu* ou de la *chaleur*, et que les modernes appellent le *calorique*, existe souvent dans les corps en deux états: dans celui de combinaison, et dans celui de liberté. Dans le premier état, cette matière n'excite aucune chaleur sensible à nos organes: au contraire, dans l'état de liberté, elle excite une chaleur d'autant plus forte, qu'elle est plus abondante.

A température égale, les différens corps ne contiennent point, sous le même volume, une égale quantité de *calorique* combiné; et il y a entre eux, à cet égard, des différences indépendantes de leurs densités respectives. On a cherché à mesurer cette quantité de *calorique* que sont capables de contenir les différentes espèces de corps. *Lavoisier* et *Laplace* (*Mém. de l'Acad. des Sciences, année* 1780, *pag.* 355) ont fait, dans cette vue, des expériences ingénieuses. Pour bien entendre ceci, il faut savoir que, lorsqu'on rend libre le *calorique* combiné dans un corps, il en résulte un degré de chaleur sensible d'autant plus fort, qu'il s'en dégage davantage. C'est cette quantité de *calorique* combiné dans ce corps, qu'on a appelée son *calorique spécifique*. Pour la mesurer, ces messieurs ont placé les corps dans un vase intérieur, entouré d'un autre vase rempli de glace, laquelle étoit elle-même garantie de la chaleur de l'athmosphère par un autre entourage de glace contenue dans un troisième vase qui entouroit le second. Le *calorique*

qui se dégage du corps mis en expérience, fait passer une partie de la glace du second vase de l'état de solide à l'état de liquide, en se combinant avec elle, et par conséquent sans rien ajouter à sa température. (*Voyez* CALORIQUE). Cette portion de glace fondue s'écoule dans un vase placé au-dessous de la machine. On sait que la quantité de *calorique* qui doit se combiner avec la glace pour la faire fondre, est égale aux trois quarts de celle qui est nécessaire pour faire bouillir l'eau déjà liquide : la quantité de glace fondue dénote donc la quantité de *calorique* qui s'est dégagée du corps mis en expérience ; ce qui détermine son *calorique spécifique*.

Il résulte de ce que nous venons de dire que, dans le passage d'un corps de l'état solide à l'état fluide, il y a une grande quantité de chaleur qui est absorbée, en se combinant avec ce corps ; voilà pourquoi, dans le moment du dégel, le froid est encore très-sensible. La même chose arrive dans le passage de l'état fluide à celui de vapeurs ; voilà pourquoi toutes les fois qu'une substance s'évapore de dessus un corps, elle le refroidit. Le contraire arrive, c'est-à-dire qu'il y a de la chaleur produite, lorsqu'un corps passe de l'état de vapeurs à celui de fluide, ou de l'état de fluide à celui de solide. Si donc, dans une combinaison ou dans un changement d'état quelconque, il y a une diminution de chaleur libre, cette chaleur reparoîtra toute entière, lorsque les substances reviendront à leur premier état : et, réciproquement, si dans la combinaison ou le changement d'état, il y a une augmentation de chaleur libre, cette nouvelle chaleur disparoît dans le retour des substances à leur état primitif. Ce principe est confirmé par l'expérience ; et *Lavoisier* et *Laplace* (*Mém. de l'Acad. des Sciences*, *an.* 1780, *pag.* 359), l'ont généralisé et étendu à tous les phénomènes de la chaleur, de la manière suivante : *Toutes les variations de chaleur, soit réelles, soit apparentes, qu'éprouve un système de corps, en changeant d'état, se reproduisent dans un ordre inverse, lorsque le système repasse à son premier état.*

A l'égard de la manière dont l'action du *Feu* se propage dans les corps, *voyez* PROPAGATION DU FEU.

Mais, avant que cette action se propage, il est nécessaire qu'elle soit excitée, du moins si on veut la porter jusqu'à l'embrasement. Il y a trois principaux moyens que l'on emploie pour exciter l'action du *Feu*; savoir, le choc ou le frottement des corps solides, la fermentation ou l'effervescence, et la réunion des rayons solaires.

Le premier moyen est de tous le plus usité. On sait qu'on commence à allumer du *Feu* en frottant ou heurtant un briquet ou un fusil d'acier contre une pierre. Il n'y a point de corps solides qu'on ne puisse du moins échauffer, en les heurtant ou les frottant; et il y en a peu dont la chaleur, ainsi excitée, ne puisse augmenter au point de les faire étinceler ou de les embraser. Mais ces effets sont plus ou moins prompts, plus ou moins grands, selon la nature des corps que l'on frotte ou que l'on heurte, et selon la durée ou la violence des chocs ou des frottemens. Pour ce qui regarde la nature des corps, ce sont ceux qui ont le plus de ténacité et de ressort, qui sont les plus propres à s'échauffer ou à s'enflammer par les chocs ou le frottement; et comme le frottement croît par la pression et la vitesse, plus la collision est violente et fréquente, plus aussi elle est efficace. En effet, on peut faire rougir une lame d'acier médiocrement chauffée, en la frappant à coups redoublés sur un enclumeau: cela n'arriveroit pas à une lame de plomb, car le plomb ne rougit qu'après être fondu; il faudroit donc qu'il fondît sous le marteau, ce qui n'arrive pas. Si l'on frotte des bois pour les enflammer, ce sont ceux qui sont les plus durs qui s'allument le plus aisément.

Par le second moyen, savoir, la fermentation et l'effervescence, on excite de la chaleur, qui va quelquefois jusqu'à l'embrasement. Si l'on mêle ensemble un acide et un alkali, il s'excite une effervescence qui produit de la chaleur. Si l'on jette sur de l'huile un acide très-concentré, comme de l'acide nitreux, la fermentation est si vive, que le *Feu* y prend sur-le-champ. Ces effets sont produits par les frottemens occasionnés par la pénétration mutuelle des deux substances.

Le troisième moyen, savoir, la réunion d'un grand nombre de rayons solaires dans un petit espace, en est un très-propre à exciter un degré de chaleur très-vif. On en a la preuve par les effets que produisent les miroirs et les verres ardens. (*Voyez* MIROIR ARDENT et VERRE ARDENT).

Tous les effets du *Feu* sur les corps peuvent être réduits à ceux-ci. 1°. Le *Feu* raréfie les corps, en écarte les parties, leur fait occuper plus de place, augmente leur volume. 2°. Il les divise à un point extrême, laquelle division peut être regardée comme une plus grande raréfaction. Que l'on mette sur le *Feu* un morceau de métal, par exemple, du plomb. 1°. Il s'étend, il augmente de volume: 2°. l'adhérence de ses parties est rompue, il devient fluide: 3°. il se réduit en poussière impalpable. Que l'on mette sur le *Feu* un morceau de bois, il augmente de volume, il s'embrase; une portion se dissipe sous la forme de fumée et de flamme; une autre portion demeure en poussière impalpable et forme des cendres. Que l'on mette sur le *Feu*, dans un vase, une certaine quantité d'eau, elle augmente de volume, elle bout, et finit par se dissiper en vapeur, qui occupe un espace 13 ou 14000 fois plus grand que celui qu'elle occupoit étant liqueur. Tous ces effets ne sont autre chose qu'un écartement de parties plus ou moins grand, qu'une raréfaction plus ou moins complète; car aucunes substances ne s'anéantissent par la combustion: elles ne font que changer de lieu et de forme.

Tous ces effets sont plus ou moins prompts, plus ou moins grands, suivant la nature du corps que l'on chauffe, et suivant le degré d'activité du *Feu* qu'on lui fait éprouver. Si les corps sont de nature à céder à la première action du *Feu*, les parties de la surface se dissolvent ou s'évaporent, avant que les autres aient eu le temps de s'échauffer; ainsi, de couche en couche, la masse se fond; c'est ce qui arrive à de la cire ou à du beurre: ou les parties se dissipent en fumée et en flamme, comme du bois qui brûle. Mais si les parties de la surface ont assez de fixité pour donner aux autres le temps de s'échauffer, l'expansion du *Feu* interne doit

avoir lieu presqu'en même temps partout, et la dissolution devient générale en peu de temps. C'est ce qui arrive aux métaux, qui demeurent long-temps exposés à l'action du feu sans se fondre, mais qui, sitôt qu'ils commencent à fondre, le sont entièrement dans un temps très-court. C'est encore ce qui arrive à la poudre fulminante, qui, lorsqu'elle a acquis le degré de chaleur convenable, se dissipe en un clin-d'œil. (*Voyez* POUDRE FULMINANTE).

Si l'action du *Feu* n'est pas aussi forte qu'on le desire, il y a des moyens de l'augmenter, de même qu'il y en a de la diminuer, et même de la faire cesser.

Il y a trois principaux moyens par lesquels on peut augmenter l'action et les effets du *Feu* : savoir, 1°. d'augmenter la quantité de matière qui lui sert d'aliment : 2°. de concentrer cette action ou d'empêcher qu'elle ne s'étende, ou se dissipe dans un trop grand espace : 3°. de diriger, vers un même endroit, cette action, ou les parties embrasées qui s'exhalent.

La première manière est très-usitée. Personne n'ignore qu'en ajoutant du bois à d'autre bois déjà allumé, le *Feu* en devient plus fort. Il faut pourtant que la matière qu'on ajoute, trouve une activité de *Feu* proportionnée à son volume et à son degré d'inflammabilité : de grosses bûches contre un *Feu* de paille ne feroient que noircir : mais si elles étoient réduites en copeaux minces, elles brûleroient comme la paille. Un *Feu* d'esprit-de-vin n'embrase pas une mèche de coton : c'est qu'il y a des flammes plus actives les unes que les autres.

Le second moyen est de concentrer l'action du *Feu*, ou de l'empêcher de s'étendre dans un trop grand espace. C'est ce que font les chymistes, par le moyen de leurs fourneaux. (*Voyez* FOURNEAU).

Le troisième moyen est de diriger, vers un même endroit, l'action du *Feu*, ou les parties déjà embrasées qui s'exhalent. C'est ce que font les orfèvres, les bijoutiers, les metteurs-en-œuvre, les émailleurs, etc. avec leur lampe et leur chalumeau, ou leur soufflet. Cette flamme ainsi dirigée, devient active au point de fondre le verre, l'émail et les métaux.

On pourroit ajouter un quatrième moyen, qui est de

souffler le feu avec l'air pur ou gas oxigène : on ne connoît point de chaleur plus violente que celle qui résulte de ce moyen.

La suppression de ces moyens, par lesquels on entretient et l'on anime l'action du *Feu*, est la cause la plus ordinaire de son ralentissement, ou même de son extinction. Une bougie ou une lampe cesse d'éclairer, dès que la mèche ne trouve plus de cire ou d'huile à pomper. Le *Feu* d'un poële ou d'une cheminée, ne donne plus de chaleur, quand il manque de bois : souvent même, quoique le bois n'y manque pas, il languit si l'on néglige de le souffler. Mais cette extinction du *Feu* ne se fait que lentement : il y a des circonstances où il est intéressant d'aller plus vite. On sait que rien ne brûle sans le contact de l'air : il suffit donc, pour empêcher un corps de brûler, d'appliquer à sa surface une matière qui ne soit point combustible, comme de l'eau ou sa vapeur. C'est le moyen que l'on emploie ordinairement pour faire cesser les incendies.

FEU. (*Aliment du*) (*Voyez* ALIMENT DU FEU).

FEU CENTRAL. *Feu* que l'on suppose au centre de la terre.

Quelques physiciens avoient placé au centre de la terre un feu perpétuel, nommé *Central*, à cause de sa situation prétendue ; ils le regardoient comme la cause efficiente des végétaux, des minéraux et des animaux. *Etienne de Clave* emploie les premiers chapitres du XIe. livre de ses traités philosophiques, à établir l'existence de ce *Feu*. *René Bary* en parle au long dans sa physique, et s'en sert à expliquer, entre autres choses, la manière dont l'hiver dépouille les arbres de leur verdure. Comme la chaleur du soleil ne pénètre jamais plus de 10 pieds (3 $\frac{1}{4}$ mètres) en avant en terre, ils attribuoient à ce *Feu* toutes les fermentations et productions qui sont hors de la portée de l'action de cet astre. Le *Feu central*, qu'ils appeloient le *soleil de la terre*, concouroit, dans leur système, avec le *soleil du ciel*, à la fermentation des végétaux. *Gassendi* a chassé ce *Feu* du poste qu'on lui avoit assigné, en faisant voir qu'on l'avoit placé, sans raison, dans un lieu où l'air et l'aliment lui manquoient ; et que tout ce que l'on

pouvoit conclure des *Feux* qui se manifestent par diverses éruptions et autres signes, c'est qu'il y a effectivement des *Feux* souterreins renfermés dans diverses cavernes, où des matières grasses, sulfureuses et oléagineuses les entretiennent.

L'existence de ces *Feux* est incontestable. 1°. Ils se font sentir dans les bains chauds et dans les fontaines qui brûlent.

2°. Ils se manifestent par une foule de volcans, qui sont répandus dans toutes les parties du monde; on trouve près de cinq cents de ces volcans ou montagnes brûlantes, dans les relations des voyageurs. (*Voyez* VOLCANS).

3°. Ils sont attestés par le témoignage de ceux qui travaillent aux mines métalliques. Les mineurs assurent que plus on creuse avant en terre, plus on éprouve une chaleur très-incommode, et qui s'augmente toujours à mesure qu'on descend, surtout au-dessous de 480 pieds (156 mètres) de profondeur. Les fourneaux souterreins servent à fondre et à purifier les métaux dans le sein des minières, comme dans autant de creusets fabriqués par la terre. Ils distillent aussi dans les parties creuses de l'intérieur de la terre, comme dans autant d'alambics, les matières minérales; afin d'élever vers la surface de la terre, des vapeurs chaudes et des esprits alumineux, sulfureux, salins, vitrioliques, nitreux, etc. pour communiquer des vertus médicinales aux plantes et aux eaux minérales. Quand l'air manque à ces *Feux* renfermés, ils ouvrent le haut des montagnes, et déchirent les entrailles de la terre, qui en souffre une grande agitation. (*Voyez* VOLCANS *et* TREMBLEMENT DE TERRE). Quelquefois, quand le foyer est sous la mer, il en agite les eaux avec une violence qui fait remonter les fleuves, et qui cause des inondations. C'est à cette cause qu'on doit attribuer les tremblemens de terre et une partie des inondations qu'on a essuyés dans plusieurs endroits de l'Europe en 1755, année qui sera tristement fameuse dans l'histoire. Il paroit, par les historiens, que l'année 1531, ou 1530 selon d'autre manière de compter, fut aussi funeste à l'Europe et à Lisbonne en particulier; que les tremblemens de terre et les inondations y fu-

rent considérables. Des *Feux* souterreins, il y en a qui s'allument par l'effervescence fortuite de quelques mêlanges propres à exciter du *Feu;* mais il est probable que d'autres ont été placés de tout temps dans les entrailles de la terre; pourquoi n'y auroit-il pas des réservoirs de *Feu*, comme il y a des réservoirs d'eau? Lisez le *Mémoire sur la théorie de la terre*, inséré à la fin des lettres philosophiques sur la formation des sels et des crystaux, etc. par *Bourguet.* « Cet auteur prétend, que » le *Feu* consume actuellement la terre; que l'effet de » ce *Feu* va insensiblement en augmentant, et qu'il » continuera de même, jusqu'à ce qu'il cause l'em- » brasement, dont les anciens philosophes ont parlé ».

FEU ELECTRIQUE. On appelle ainsi tous les phénomènes d'électricité qui sont accompagnés de lumière. Telles sont les aigrettes lumineuses qu'on voit souvent briller aux extrémités et aux angles des corps isolés qu'on électrise, ainsi qu'aux extrémités et aux angles des corps non-isolés et électrisables par communication, qu'on présente à des distances convenables des corps actuellement électrisés. (*Voyez* AIGRETTES LUMINEUSES). Telles sont les étincelles qui éclatent entre un corps fortement électrisé, et un autre corps non-électrisé, qu'on en approche de fort près, et qui est de la nature de ceux qui s'électrisent par communication. (*Voyez* ETINCELLES). Telles sont encore toutes ces lumières diffuses, qu'on apperçoit dans un tube, ou dans un matras, ou dans un globe vide d'air, qu'on frotte actuellement. Tels sont, en un mot, tous les faits d'électricité, dans lesquels la matière électrique s'enflamme, et devient, par-là, lumineuse, et visible dans l'obscurité.

FEU FOLLET. Météore enflammé, semblable à une flamme légère, qui voltige dans l'air à peu de distance de la terre, et qu'on apperçoit principalement, pendant les nuits d'été, dans les cimetières et les endroits marécageux.

Presque tous les Physiciens, en se copiant les uns les autres, se sont accordés à attribuer l'origine de ces *Feux* à une matière visqueuse et glaireuse, comme le frai de grenouilles, qui est élevée dans l'air par la

chaleur du soleil, et qui devient lumineuse à la manière des posphores. Je laisse au lecteur à juger de cette opinion. Elle est trop opposée aux loix de la saine physique et trop ridicule pour mériter une réfutation.

Ces *Feux* sont dus au gas hydrogène, que fournissent toutes les matières putréfiées, et qui s'enflamment par l'électricité de l'air, quand elle a assez d'activité pour cela. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE DES MARAIS).

FEU. (*Globe de*) (*Voyez* GLOBE DE FEU).

FEU. (*Matière du*) (*Voyez* MATIÈRE IGNÉE).

FEU. (*Pompe à*) (*Voyez* POMPE A FEU).

FEU. (*Propagation du*) (*Voyez* PROPAGATION DU FEU).

FEU SAINT-ELME, appelé aussi *Castor* et *Pollux*. Nom que l'on a donné à de petites gerbes de *Feu*, que l'on apperçoit en mer, dans les temps d'orage, aux extrémités des vergues et des mâts des bâtimens, et qui font quelquefois entendre des éclats semblables à des pétards.

Depuis qu'on a reconnu que le tonnerre n'est autre chose qu'un phénomène d'électricité, on a reconnu aussi que les *Feux* dont il s'agit, sont des *Feux* électriques, qui, ne trouvant que peu d'issues par les différentes parties des vaisseaux, qui sont ordinairement imprégnées et même enduites de goudron et d'autres matières résineuses, se dissipent sous la forme des petites gerbes par les extrémités des vergues et des mâts, qui se trouvent au-dessous d'une nuée orageuse, comme on en voit sortir des corps non-isolés vis-à-vis de nos globes et de nos conducteurs électrisés.

FEUX SOUTERREINS. *Feux* qui se trouvent naturellement sous terre. (*Voyez* FEU CENTRAL).

FEVRIER. Nom du deuxième mois de l'année. Il a 28 jours dans les années communes, et 29 dans les années bissextiles. (*Voyez* ANNÉE BISSEXTILE). C'est le 18 de ce mois (le 30 pluviôse) que le soleil entre dans le signe des poissons. Il tire son nom *Février* du mot *Februare*, qui signifie faire des expiations; parce que c'étoit au commencement de ce mois que les Romains offroient des sacrifices pour les morts.

Chaque mois a sa *Lettre Fériale* : celle du mois de *Février* est *D.* (*Voyez* LETTRE FÉRIALE).

FIBRES. Petits filets ou filamens très-déliés, dont plusieurs corps sont en grande partie composés; tels sont les végétaux, les animaux et quelques minéraux. Il y a des *Fibres* de végétaux qui sont employées à faire des cordes : telles sont celles de chanvre et d'écorce d'arbres. (*Voyez* CORDE). Celles-ci et plusieurs autres servent à faire des tissus : telles sont les toiles de chanvre, de lin, de coton, etc. Les *Fibres* des animaux forment le plus grand nombre des différentes parties de leur corps. (*Voyez* là-dessus un ouvrage de *Borelli*, intitulé : *de motu animalium*).

FIGURABILITÉ. *Terme de Physique.* Propriété qu'ont les corps d'être figurés, ou d'avoir une figure quelconque. Il n'y a point de corps qui n'ait une figure; car il n'y en a point dont le volume ne soit terminé par des surfaces, qui ont nécessairement un certain arrangement entr'elles. Et c'est là ce qu'on appelle *Figure*. (*Voyez* FIGURE DES CORPS). La *Figurabilité* est donc une propriété générale et essentielle à tous les corps.

FIGURE. *Terme de Géométrie.* Espace terminé par des lignes droites, ou courbes, ou par une seule ligne courbe. Une seule ligne courbe, peut renfermer un espace, tel qu'un cercle ou une ellipse : au lieu qu'il faut au moins trois lignes pour terminer un espace avec des lignes droites.

Il y a trois sortes de *Figures*, respectivement aux lignes qui les terminent; savoir, des *Figures rectilignes*, des *Figures curvilignes*, et des *Figures mixtilignes*. Les premières sont formées par des lignes droites : tels sont les triangles rectilignes, les quarrés, les parallélogrammes, les trapèzes, etc. Les secondes sont formées par des lignes courbes : tels sont les cercles, les ellipses, les triangles sphériques, etc. Les troisièmes sont formées en partie de lignes droites, et en partie de lignes courbes : tels sont les triangles mixtilignes.

Lorsque tous les côtés, qui renferment une *Figure rectiligne*, sont d'égale longueur, la *Figure* s'appelle *Figure équilatérale* : de même, si tous les angles d'une

Figure sont égaux, la *Figure* se nomme *Figure équiangle*.

Les *Figures* qui n'ont que trois côtés, s'appellent *triangles* : celles qui en ont quatre, se nomment *quarrés*, *parallélogrammes*, *trapèzes*, etc. et l'on donne en général le nom de *Polygone* aux *Figures* qui ont plusieurs côtés.

On distingue ces *Figures* en *régulières* et *irrégulières* : les premières sont celles dont tous les côtés et tous les angles sont égaux : les secondes sont celles dans lesquelles il y a inégalité entre les côtés et les angles.

On considère encore les *Figures égales*, les *Figures semblables*, les *Figures circonscrites* et les *Figures inscrites*, dont nous allons parler en autant d'articles séparés.

FIGURE CIRCONSCRITE. *Figure* qui en entoure une autre, de façon que, si elle est rectiligne et l'autre curviligne, elle touche la curviligne par tous ses côtés ; tel est le quarré *ABCD* (*Pl. I, fig.* 16.) dont les quatre côtés *AB*, *BC*, *CD*, *DA*, touchent le cercle *abcd* : ou bien de façon que si les deux *Figures* sont rectilignes, elle passe par tous les angles de celle qu'elle entoure ; tel est encore le quarré *ABCD*, qui passe par tous les angles du quarré *EFGH* : ou bien encore de façon que si la *Figure circonscrite* est curviligne et l'autre rectiligne, la première passe par tous les angles de l'autre ; tel est le cercle *abcd*, qui passe par tous les angles du quarré *EFGH* : tel est encore le cercle *MLKION* (*Pl. I, fig.* 14.), qui passe par tous les angles de l'héxagone *ABCDEFG*. Toutes les *Figures* rectilignes régulières ont la propriété de pouvoir être *circonscrites* au cercle.

FIGURE INSCRITE. *Figure* qui est entourée par une autre *Figure* qui lui est circonscrite, de façon que, la *Figure inscrite* étant curviligne, et la circonscrite étant rectiligne, la première touche tous les côtés de l'autre ; tel est le cercle *abcd* (*Pl. I, fig.* 16.), qui touche les quatre côtés du quarré *ABCD* : ou bien de façon que, les deux *Figures* étant rectilignes, chacun des angles de l'*inscrite* touche chacun des côtés de la circonscrite ; tel est le quarré *EFGH*, dont tous les

angles touchent les côtés du quarré *ABCD* : ou bien encore de façon que, la *Figure inscrite* étant rectiligne, et la circonscrite étant curviligne, cette dernière passe par tous les angles de la première ; tel est le quarré *EFGH*, par tous les angles duquel passe le cercle *abcd* : tel est aussi l'hexagone *ABDEFG* (*Pl. I, fig. 14.*), par tous les angles duquel passe le cercle *MNOIKL*.

FIGURE DES CORPS. On entend par-là l'ordre ou l'arrangement que prennent entr'elles les surfaces qui terminent le volume des corps. Comme il n'y a point de corps qui ne soit terminé par des surfaces, que ces surfaces ne se confondent point et qu'elles se distinguent toujours les unes des autres, au moins par des situations relatives, il est évident qu'il n'y a point de corps qui n'ait une *Figure* quelconque. Il n'en faut pas même excepter ceux dont la petitesse est cause que leur *Figure* échappe à nos yeux : si nos sens étoient plus délicats, nous distinguerions leurs surfaces, et, par conséquent, leur *Figure ;* car il est évident qu'un corps, quelque petit qu'il soit, est toujours terminé par des surfaces, et, par conséquent, *figuré*. Etre *figuré* est donc une propriété commune à tous les corps, grands ou petits.

Les surfaces qui terminent les corps, peuvent varier, et varient effectivement à l'infini, soit par leur grandeur, soit par leur nombre, soit par leur arrangement respectif. D'où il suit que les *Figures des corps* sont aussi variables, et peut-être aussi variées entr'elles, qu'il est possible de combiner ensemble la grandeur, le nombre et l'ordre des superficies.

FIGURE DE LA TERRE. La terre n'a pas une *Figure* sphérique, comme on l'a cru pendant long-temps, mais celle d'un sphéroïde applati par les poles, comme l'a prouvé la mesure de différens degrés de la terre, prise à différentes latitudes. (*Voyez* DEGRÉ DE LA TERRE).

Les différentes opinions que les anciens ont eues, ou qu'on leur attribue, sur la *Figure de la Terre*, sont si ridicules et si extravagantes, qu'elles ne valent pas la peine de s'y arrêter. Les premières observations astro-

nomiques ont dû faire connoître qu'elle étoit ronde en tout sens. En effet on l'a crue sphérique.

Mais, en 1672, *Richer*, étant allé à l'île de Cayenne, environ à 5 degrés de l'équateur, pour y faire des observations astronomiques, trouva que son horloge à pendule, qu'il avoit réglée à Paris, retardoit de 2 minutes 28 secondes par jour. De là on conclut, toute déduction faite de la quantité dont le pendule devoit être alongé à Cayenne par la chaleur (*Voyez* PENDULE), que le même pendule se mouvoit plus lentement à Cayenne qu'à Paris; que, par conséquent, l'action de la pesanteur étoit moindre sous l'équateur que dans nos climats. L'académie avoit déjà soupçonné ce fait (comme le remarque *le Monnier*, dans l'*Histoire Céleste*, publiée en 1741) d'après quelques expériences faites en divers lieux de l'Europe; mais il semble, pour le dire en passant, qu'on auroit pu s'en douter, sans avoir besoin du secours de l'expérience, puisque les corps, à l'équateur, étant plus éloignés de l'axe de la terre, la force centrifuge, produite par la rotation, y est plus grande, et, par conséquent, toutes choses d'ailleurs égales, ôte davantage à la pesanteur. (*Voyez* FORCE CENTRIFUGE). C'est ainsi que, par une espèce de fatalité attachée à l'avancement des Sciences, certains faits, qui ne sont que des conséquences simples et immédiates des principes connus, demeurent néanmoins souvent ignorés avant que l'observation les découvre : quoi qu'il en soit, dès qu'on eut reconnu que la pesanteur étoit moindre à l'équateur qu'au pole, on fit le raisonnement suivant : la terre est en grande partie fluide à sa surface, et l'on peut supposer, sans beaucoup d'erreur, qu'elle a à-peu-près la même figure que si elle étoit fluide dans son entier. Or, dans ce cas, la pesanteur étant moindre à l'équateur qu'au pole, et la colonne de fluide qui iroit d'un des points de l'équateur au centre de la terre, devant nécessairement contre-balancer la colonne qui iroit du pole au même centre, la première de ces colonnes doit être plus longue que la seconde; donc la terre doit être plus élevée sous l'équateur que sous les poles; donc la terre est un sphéroide applati vers les poles.

Ce

Ce raisonnement étoit confirmé par une observation. On avoit découvert que Jupiter tournoit fort vîte autour de son axe (*Voyez* JUPITER); cette rotation rapide devoit imprimer, aux parties de cette planète, une force centrifuge considérable, et, par conséquent, l'applatir sensiblement; or, en mesurant les diamètres de Jupiter, on les avoit trouvés très-sensiblement inégaux; nouvelle preuve en faveur de la terre applatie.

On alla même jusqu'à essayer de déterminer la quantité de son applatissement : mais à la vérité, les résultats différoient entr'eux, selon la nature des hypothèses sur lesquelles on s'appuyoit. *Huyghens* supposant que la pesanteur *primitive*, c'est-à-dire, non-altérée par la force centrifuge, fût dirigée vers le centre, avoit trouvé que la terre étoit un sphéroide elliptique, dont l'axe étoit, au diamètre de l'équateur, environ comme 577 à 578. *Newton* étoit parti d'un autre principe : il supposoit que la pesanteur primitive venoit de l'attraction de toutes les parties du globe, et trouvoit que la terre étoit encore un sphéroide elliptique, mais dont les axes étoient, entr'eux, comme 229 à 230; applatissement plus que double de celui de *Huyghens*.

Ces deux théories, quoique très-ingénieuses, ne résolvoient pas suffisamment la question de la *Figure de la Terre* : premièrement il falloit décider lequel des deux résultats étoit le plus conforme à la vérité, et le système de *Newton*, alors dans sa naissance, n'avoit pas fait encore assez de progrès pour qu'on donnât l'exclusion à l'hypothèse de *Huyghens*; en second lieu, dans chacune de ces deux théories, on supposoit que la terre eût absolument la même figure que si elle étoit entièrement fluide et homogène, c'est-à-dire, également dense dans toutes ses parties; or, l'on sentoit que cette supposition gratuite renfermoit, peut-être, beaucoup d'arbitraire, et que, si elle s'écartoit un peu de la vérité (ce qui n'étoit pas impossible), la figure réelle de la terre pouvoit être fort différente de celle que la théorie lui donnoit.

De là on conclut, avec raison, que le moyen le plus sûr de connoître la vraie *Figure de la Terre*, étoit la mesure actuelle des degrés.

En effet, si la terre étoit sphérique, tous les degrés seroient égaux, et, par conséquent, il faudroit faire partout le même chemin sur le méridien, pour que la hauteur d'une même étoile donnée augmentât ou diminuât d'un degré; mais si la terre n'est pas sphérique, alors ses degrés seront inégaux; il faudra faire plus ou moins de chemin sur le méridien, selon le lieu de la terre où l'on sera, pour que la hauteur d'une étoile qu'on observe, diminue ou augmente d'un degré. Maintenant, pour déterminer suivant quel sens les degrés doivent croître ou décroître dans cette hypothèse, supposons d'abord la terre sphérique et d'une substance molle, et imaginons qu'une double puissance appliquée aux extrémités de l'axe, comprime la terre de dehors en dedans, suivant la direction de cet axe : qu'arrivera-t-il ? Certainement l'axe diminuera de longueur, et l'équateur s'élevera : mais, de plus, la terre sera moins courbe aux extrémités de l'axe, qu'elle n'étoit auparavant, elle sera plus applatie vers l'axe, et, au contraire, elle sera plus courbe à l'équateur. Or, plus la terre a de courbure dans la direction du méridien, moins il faut faire de chemin dans cette même direction, pour que la hauteur observée d'une étoile augmente ou diminue d'un degré; par conséquent, si la terre est applatie vers les poles, il faudra faire moins de chemin sur le méridien près de l'équateur que près du pole, pour gagner ou pour perdre un degré de latitude; par conséquent, si la *Terre* est applatie, les degrés doivent aller en augmentant de l'équateur vers le pole et réciproquement.

Ceux qui, après *Picard*, mesurèrent les premiers degrés du méridien, en France, pour savoir si la *Terre* étoit sphérique ou non, n'avoient pas tiré cette conclusion; soit inattention, soit faute de connoissances géométriques suffisantes, ils avoient cru, au contraire, que si la *Terre* étoit applatie, les degrés devoient aller en diminuant de l'équateur vers le pole.

Quoi qu'il en soit de cette conjecture, ceux qui les premiers mesurèrent les degrés dans l'étendue de la France, préoccupés, peut-être, de cette idée, que la *Terre* applatie donnoit les degrés vers le nord plus petits

que ceux du midi, trouvèrent, en effet, que, dans toute l'étendue de la France en latitude, les degrés alloient en diminuant vers le nord. Mais à peine eurent-ils fait part de ce résultat aux savans de l'Europe, qu'on leur démontra, qu'en conséquence la *Terre* devoit être alongée. Il fallut en passer par-là; car comment revenir sur des mesures qu'on assuroit très-exactes? on demeura donc assez persuadé, en France, de l'alongement de la terre, nonobstant les conséquences contraires tirées de la théorie.

Cette conclusion fut confirmée dans le livre *de la grandeur et de la figure de la terre*, publié, en 1718, par *Cassini*, de l'académie des sciences. Dans cet ouvrage, *Cassini* donna le résultat de toutes les opérations faites par lui et par *Dominique Cassini*, son père, pour déterminer la longueur des degrés. Il en concluoit que le degré moyen de France étoit de 57061 toises (111177 $\frac{1}{3}$ mètres), à une toise (2 mètres) près de celui de *Picard;* et que les degrés alloient en diminuant, dans toute l'étendue de la France, du sud au nord, depuis Collioure jusqu'à Dunkerque. (*Voyez* DEGRÉ DE LA TERRE). D'autres opérations faites depuis, en 1733, 1734, 1736, confirmoient cette conclusion: ainsi toutes les mesures s'accordoient, en dépit de la théorie, à faire la terre alongée.

Mais les partisans de *Newton*, tant en Angleterre que dans le reste de l'Europe, et les principaux géomètres de la France même, jugèrent que ces mesures ne renversoient pas invinciblement la théorie; ils osèrent croire qu'elles n'étoient, peut-être, pas assez exactes. D'ailleurs, en les supposant faites avec soin, il étoit possible, disoient-ils, que, par les erreurs de l'observation, la différence, entre des degrés immédiatement voisins ou peu distans (différence très-petite par elle-même), ne fût pas susceptible d'une détermination bien sûre. On jugea donc à propos de mesurer deux degrés très-éloignés, afin que leur différence fût assez grande pour ne pas être imputée à l'erreur de l'observation. On proposa de mesurer le premier degré du méridien, sous l'équateur, et le degré le plus près du pole qu'on pourroit. *Godin*, *Bouguer*, et *la Condamine*,

partirent, pour le premier voyage, en 1735; et, en 1736, *Maupertuis*, *Clairaut*, *Camus*, et *le Monnier* partirent pour la Laponie. Ces derniers furent de retour en 1737. Ils avoient mesuré le degré de latitude qui passe par le cercle polaire, à environ 23 degrés $\frac{1}{2}$ du pole, et l'avoient trouvé considérablement plus grand que le degré moyen de France; d'où ils conclurent que la terre étoit applatie.

Le degré de Laponie, à 66 degrés 20 minutes, avoit été trouvé, par ces savans observateurs, de 57438 toises (111912 mètres), plus grand de 378 toises (736 $\frac{1}{2}$ mètres) que le degré de 57060 toises (111175 $\frac{1}{2}$ mètres) de *Picard*, mesuré par 49 degrés 23 minutes; mais, avant que d'en conclure la figure de la terre, ils jugèrent à propos de corriger le degré de *Picard*, en ayant égard à l'aberration des étoiles, que *Picard* ne connoissoit pas, comme aussi à la précession et à la réfraction, que cet astronome avoit négligées. Par ce moyen le degré de 57060 toises (111175 $\frac{1}{2}$ mètres), déterminé par *Picard*, se réduisit à 56925 toises (110912 $\frac{1}{2}$ mètres), plus court que celui de Laponie de 513 toises (999 $\frac{1}{2}$ mètres).

Les académiciens du Pérou, à leur retour, rendirent la question encore plus difficile à résoudre. Ils avoient mesuré le premier degré de latitude, et l'avoient trouvé de 56753 toises (110577 $\frac{1}{4}$ mètres), c'est-à-dire, considérablement plus petit que le degré de France, soit qu'on mit ce dernier à 57074 toises, ou à 57183 (à 111202 $\frac{1}{3}$ mètres, ou à 111415 mètres). La comparaison des degrés de l'équateur et de la Laponie, donnoit, dans l'hypothèse elliptique, le rapport des axes de 214 à 215, fort près de celui de *Newton*: or, dans cette hypothèse, et supposé cet applatissement, le degré de France devoit avoir nécessairement une certaine valeur; cette valeur étoit assez conforme à la longueur de 57183 toises (111415 mètres), assignée au degré de France par les académiciens du nord, et nullement à celle de 57074 toises (111202 $\frac{1}{3}$ mètres), qu'on lui donnoit en dernier lieu. Il n'est pas inutile d'ajouter qu'en 1740, lorsqu'on avoit trouvé la diminution des degrés de France, du nord au midi, telle qu'elle doit

être dans la terre applatie, on avoit mesuré un degré de longitude, à la latitude de 43 degrés 32 minutes; et ce degré de longitude s'accordoit aussi très-bien avec ce qu'il devoit être, dans l'hypothèse de la terre elliptique, et de l'applatissement égal à $\frac{1}{213}$.

Cependant *Bouguer*, sans égard aux quatre degrés qui s'accordoient dans l'hypothèse elliptique, et qui donnoient l'applatissement de $\frac{1}{213}$, crut devoir préférer le degré de France déterminé à 57074 toises (111202 $\frac{2}{3}$ mètres) à ce même degré déterminé à 57183 (111415 mètres) : il ôta donc à la terre la figure elliptique; il lui donna celle d'un sphéroïde, dans lequel les accroissemens des degrés suivroient la proportion, non des quarrés des sinus de latitude, mais des quatrièmes puissances de ces sinus. Il trouva que le degré du nord, celui du Pérou, celui de France, supposé de 57074 toises (111202 $\frac{2}{3}$ mètres), et le degré de longitude, mesuré à 43 degrés 32 minutes de latitude, s'accorderoient dans cette hypothèse. Il en conclut donc que la terre étoit un sphéroïde non-elliptique, dans lequel le rapport des axes étoit de 178 à 179, presqu'égal à celui de 177 à 178, trouvé en dernier lieu, par les académiciens du nord, mais, à la vérité, dans l'hypothèse elliptique; ce qui donnoit deux sphéroïdes fort différens, quoiqu'à-peu-près également applatis. On verra, dans un instant, que les mesures, faites depuis en d'autres endroits, ne sauroient subsister avec l'hypothèse de *Bouguer*, qui, à la vérité, ne les pouvoit prévoir alors, et qui croyoit tout faire pour le mieux, en ajustant à une même hypothèse les données qu'il avoit choisies.

Les choses en étoient là, lorsqu'en 1752, l'*Abbé de la Caille*, un de ceux qui avoient eu le plus de part à la mesure des degrés de France, en 1740, se trouvant au Cap de Bonne-Espérance, par 33 degrés 18 minutes de latitude, où il avoit été envoyé par l'académie, pour y faire des observations astronomiques, principalement relatives à la parallaxe de la lune, y mesura le degré du méridien, et le trouva de 57037 toises (111130 $\frac{1}{2}$ mètres). Ce degré s'accordoit encore très-

bien avec l'hypothèse elliptique et l'applatissement de $\frac{1}{211}$ et ce qu'il faut bien remarquer, avec le degré de France supposé de 57183 toises (111415 mètres), mais il étoit presque égal au degré de France, supposé de 57074 toises (111202 $\frac{2}{3}$ mètres); et si cela étoit vrai, il en résulteroit que non-seulement la terre ne seroit pas elliptique, mais que les deux hémisphères de la terre ne seroient pas semblables, puisque les degrés seroient presque égaux à des latitudes aussi différentes que celle de France à 49 degrés, et celle du Cap à 33 degrés. Il est visible, au reste, que le degré du Cap ne s'accorderoit plus avec l'hypothèse de *Bouguer*, puisque le degré de France de 57074 toises (111202 $\frac{2}{3}$ mètres), presqu'égal au degré du Cap, quoiqu'à une latitude fort différente, étoit conforme à cette hypothèse.

Pour mettre en un coup-d'œil sous les yeux du lecteur les degrés mesurés jusqu'à présent, nous les rassemblerons dans cette table.

	Latitudes.		*Deg. en toises.*
Degré du nord	66d	20′	57422
Degrés de France. . .	49	56	57084
	49	23	57074
		ou selon d'autres.	
			57183
	49	3	57069
	47	58	57071
	47	41	57057
	46	51	57055
	46	35	57049
	45	45	57050
	45	43	57040
	44	53	57042
	43	31	57048
Degré d'Italie	43	1	56979
Degré sous l'équateur.	0	0	56753
Degré du Cap à . . . de latit. méridionale.	33	18 $\frac{1}{2}$	57037
Degré de longitude à . de lat. septentrionale.	43	32	41618

En mesures décimales.

	Latitudes.		*Deg. en mètres.*
Degré du nord	66d	20′	111880,83
	49	56	111222,17
	49	23	111202,68
	ou selon d'autres.		
			111415
	49	3	111193
	47	58	111196,84
Degrés de France . . .	47	41	111169,56
	46	51	111165,67
	46	35	111154
	45	45	111156
	45	43	111156,44
	44	53	111140,34
	43	31	111152
Degré d'Italie.	43	1	111017,59
Degré sous l'équateur.	0	0	110577,25
Degré du Cap à. . . . de latitude méridionale.	33	18½	111130,60
Degré de longitude à... de latit. septentrionale.	43	32	81088,30

Dans l'hypothèse de la longueur d'un degré du méridien, sous l'équateur, de 56753 toises (110577¼ mètres), comme il résulte des mesures faites sous l'équateur, et de celle de 57422 toises (111881 mètres), sous le parallèle de 66 degrés 19 minutes ½, selon la mesure du nord, après en avoir ôté 16 toises (31 mètres) pour l'effet de la réfraction, ainsi que l'ont pratiqué tous ceux qui ont mesuré des degrés, on a le rapport des axes de 214 à 215 ou de 1 à 1,00467, en supposant la terre un sphéroïde elliptique régulier : et, en supposant que les accroissemens des degrés du méridien sont comme les quarrés des sinus des latitudes, on a les longueurs suivantes.

Latitudes.	*Longueur du degré.*	*Longueur mesurée.*
0d	56753, 0	56753, 0 sous l'équateur.
5	56759, 0	
10	56777, 0	
15	56806, 4	

Latitudes. d.		*Longueur du degré.* t.	*Longueur mesurée.*
20		56846,3	
25		56895,4	
30		56952,4	
33	18 ½ ′	56993,5	57037t. au Cap.
35		57015,4	
40		57082,6	
41		57096,3	
42		57110,1	
43		57124,0	
43	30	57131,0	56979 en Italie.
44		57137,9	
45		57151,8	
46		57165,7	
47		57179,6	
48		57193,5	
49		57207,3	
49	22	57212,3	57074,4 en France.
50		57221,0	57183 selon d'autres.
55		57288,1	
60		57351,2	
65		57408,1	
66	19 ½	57422,0	57422 en Laponie.
70		57457,2	
75		57497,2	
80		57526,6	
85		57544,6	
90		57550,6	

En mesures décimales, en mètres.

Latitudes.	*Longueur du degré.*	*Longueur mesurée.*
0d	110577,25	110577,25 sous l'équateur.
5	110589	
10	110624	
15	110681,30	
20	110759	
25	110854,70	
30	110965,76	
33 18½′	111045,84	111130,60 au Cap.
35	111088,51	
40	111219,44	

Latitudes.	*Longueur du degré.*	*Longueur mesurée.*
41	111246,14	
42	111273	
43	111300	
43 30	111313,74	111017,59 en Italie.
44	111327,19	
45	111354,27	
46	111381,35	
47	111408,44	
48	111435,52	
49	111462,41	
49 22′	111472,15	111202,68 en France. 111415 selon d'autres.
50	111489	
55	111619,84	
60	111742,78	
65	111853,65	
66 19½	111880,83	111880,83 en Laponie.
70	111949,31	
75	112027,25	
80	112084,53	
85	112119,60	
90	112131,29	

FIGURES EGALES. On appelle ainsi deux ou plusieurs *Figures*, lorsque les lignes qui les terminent, sont *égales;* c'est-à-dire, lorsque les lignes homologues de l'une sont *égales* aux lignes homologues de l'autre, chacune à chacune. Ainsi deux *Figures* rectilignes sont *égales*, lorsque les côtés homologues de l'une, c'est-à-dire, ceux qui ont des positions semblables, chacun dans la *Figure* à laquelle il appartient, sont égaux en longueur aux côtés homologues de l'autre; et que, par conséquent, les angles correspondans de l'une, sont égaux aux angles correspondans de l'autre. Par exemple, les deux triangles *A B C*, *D E F* (*Pl. I, fig.* 7 *et* 8.) sont égaux, parce que chacun des angles de l'un est égal à l'angle correspondant de l'autre : l'angle *A* est égal à l'angle *D;* l'angle *B* est égal à l'angle *E;* et l'angle *C* est égal à l'angle *F;* et qu'en même temps les côtés homologues, c'est-à-dire, ceux qui sont opposés aux angles égaux, sont eux-mêmes égaux entr'eux : le côté *A B* de l'un est égal au côté *D E* de l'autre : de même le côté *B C* est égal au côté *E F;* et

le côté *A C* est égal au côté *D F*. Il en est de même de toutes les autres *Figures*, quelque nombre de côtés qu'elles aient.

FIGURES SEMBLABLES. On appelle ainsi deux ou plusieurs *Figures*, lorsque leurs lignes homologues sont en même proportion : et que, par conséquent, leurs angles correspondans sont égaux, chacun à chacun. Ainsi deux *Figures* rectilignes sont *semblables*, lorsque les angles de l'une sont égaux aux angles correspondans de l'autre, chacun à chacun, et que les côtés de l'une sont proportionnels aux côtés homologues de l'autre. Par exemple, les deux triangles *G H I et g H I (Pl. I, fig. 3.)* sont *semblables*, puisque les angles de l'un sont égaux aux angles correspondans de l'autre ; l'angle *G H I* du premier est égal à l'angle *H g I* du second ; ces deux angles sont droits ; l'angle *G I H* du premier est égal à l'angle *g I H* du second ; cet angle est commun aux deux : donc l'angle *I G H* du premier est égal à l'angle *I H g* du second. Et les côtés de l'un sont proportionnels aux côtés homologues de l'autre : le côté *G I* du premier est au côté *H I* du second, comme le côté *G H* du premier est au côté *H g* de l'autre, etc.

Les surfaces de deux *Figures semblables* quelconques sont entr'elles comme les quarrés des côtés ou des lignes homologues de ces *Figures*. Et comme les cercles, de quelque grandeur qu'ils soient, sont des *Figures semblables*, dont les rayons et les diamètres sont des lignes homologues : donc les surfaces des cercles sont entr'elles comme les quarrés de leurs rayons ou de leurs diamètres.

FILTRATION. Passage d'une liqueur à travers un corps destiné à la purifier des immondices qu'elle contient.

Si l'on fait passer de l'eau, par exemple, à travers le sable, elle y devient limpide, de sale qu'elle étoit auparavant. Elle seroit encore plus limpide, si on la filtroit à travers le papier ; parce que les parties de ce dernier filtre sont plus serrées que celles de l'autre. On se sert aussi de pierres poreuses pour filtrer les liqueurs. Mais la *Filtration* ne les purge que de ce qu'elles contiennent de grossier, et point de ce qu'elles tiennent en dissolution.

FIN. *(Corde sans)* *(Voyez* CORDE SANS FIN).

FIN. *(Vis sans)* *(Voyez* VIS SANS FIN).

FIRMAMENT. On appelle ainsi la voûte azurée, qui paroît au-dessus de nos têtes, et où il semble que les étoiles fixes soient attachées. On lui donne aussi fort souvent le nom de *Ciel.* *(Voyez* CIEL).

FIXITÉ DES MÉTAUX AU FEU. *(Voyez* PROPRIÉTÉS DES MÉTAUX).

FLAMME. Fluide subtil et lumineux, qui émane de certains corps qui brûlent.

La *Flamme* est la partie du feu la plus brillante et la plus subtile ; elle paroît n'être autre chose que les vapeurs ou les parties volatiles des matières combustibles extrêmement raréfiées, et ensuite enflammées ou échauffées jusqu'à être ardentes : la matière devient si légère, par cette raréfaction, qu'elle s'élève dans l'air avec beaucoup de vitesse ; elle est rassemblée, pendant quelque temps, par la pression de l'athmosphère environnante ; l'air formant, autour de la *Flamme*, une espèce de voûte ou de calotte sphérique médiocrement résistante, empêche qu'elle ne s'étende et qu'elle ne se dissipe, sans s'opposer néanmoins à cette espèce de raréfaction oscillante, qui est essentielle à la *Flamme*. Cette propriété de l'air de l'athmosphère, est unique à cet égard ; la *Flamme* ne sauroit subsister dans un autre milieu que l'air ; tout autre corps qui l'entoure la suffoque ; tous les corps pulvérulens, mous et liquides, et même les plus combustibles, jetés en masse sur un corps enflammé, éteignent la *Flamme* de la même manière qu'un corps solide qui supprime l'abord libre de l'air. La *Flamme* ne subsiste pas non plus dans un air rare, encore moins dans le vide parfait.

Les mofètes et toutes les vapeurs qui prennent la place de l'air, éteignent aussi la *Flamme*.

Quant aux parties aqueuses et terreuses, qui sont incombustibles de leur nature, elles se raréfient seulement et s'élèvent dans l'air sans s'enflammer. (*Voyez* FUMÉE).

La *Flamme* est donc formée par les parties volatiles du corps brûlant, lorsqu'elles sont pénétrées d'une quan-

tité de feu considérable; elle ne diffère de la fumée que par cette quantité de feu qu'elle contient : aussi quand un feu fume beaucoup, on lui fait prendre *Flamme* en un instant, en y ajoutant un petit corps enflammé.

La *Flamme*, quand elle est libre, prend la forme d'un cône; mais si on l'enferme dans un anneau ou un corps cylindrique, elle prend alors une figure plus oblongue.

Il y a un phénomène assez digne de remarque sur la *Flamme* d'une chandelle, d'un flambeau, ou de quelqu'autre chose semblable; c'est que, dans l'obscurité, la *Flamme* semble plus grande, lorsqu'on en est à une certaine distance, que quand on en est tout proche : voici la raison que quelques philosophes en apportent. A une distance de six pieds (2 mètres), par exemple, l'œil peut aisément distinguer la *Flamme* d'avec l'air contigu qui en est éclairé, et appercevoir précisément où la *Flamme* est terminée; mais à un plus grand éloignement, comme à celui de trente pieds (10 mètres), quoique l'angle qui soutient la flamme, dans ce dernier cas, soit beaucoup plus petit que dans le premier, cependant, comme on ne peut plus distinguer précisément où se termine la *Flamme*; on confond, avec elle, une partie de l'air environnant qui en est éclairé, et on le prend pour la *Flamme* même.

Au reste, quelle que soit la cause de ce phénomène, il est bon de remarquer qu'il est renfermé entre des limites : car la *Flamme* d'une chandelle ou d'un flambeau ne paroit que comme un point à une très-grande distance, et elle ne semble s'agrandir que lorsqu'elle est assez près de nous; après quoi, cette même *Flamme* diminue de grandeur à mesure qu'elle s'approche. Il y a donc un point, ou un terme, où la lumière paroît occuper le plus grand espace possible; il ne seroit peut-être pas inutile de fixer ce terme par des expériences, et peut-être cette observation fourniroit-elle des vues pour en découvrir la véritable cause.

Nous venons de dire que la *Flamme* prend à l'air libre la figure d'un cône. Voici la raison qu'en donne l'*abbé Nollet*. (*Leç. de phys. tom. IV. pag. 471 et suiv.*) La *Flamme* est un fluide embrasé et lumineux,

qui tend à s'étendre et à se dissiper ; comme sa tendance n'est pas déterminée vers un point plutôt que vers l'autre, nous devons croire qu'il prendroit de lui-même une figure sphérique, ou à-peu-près, si des causes extérieures ne l'obligeoient à suivre une certaine direction, et ne changeoient l'arrangement naturel de ses parties. Cette vapeur ardente est plongée dans l'air, autre fluide plus pesant qu'elle ; selon les lois de l'hydrostatique, elle doit se porter de bas en haut, comme elle fait, par sa légèreté respective ; de sorte que si la vapeur embrasée et détachée de la mèche n'étoit pas suivie sans interruption par d'autres portions de vapeurs semblables, on ne verroit qu'une petite *Flamme*, presque arrondie de toutes parts, s'élever environ à la hauteur d'un pouce (27 millimètres), et s'éteindre presque aussitôt ; mais, comme l'écoulement et l'embrasement sont continuels, on devroit voir la *Flamme* sous la forme d'un cylindre, terminé en haut par une convexité, et nous pouvous présumer qu'elle auroit effectivement cette figure, et non celle d'une pyramide à-peu-près conique, qu'on lui voit presque toujours, sans une autre cause dont je vais faire mention.

L'étendue de la vapeur, qui s'exhale autour et par l'extrémité de la mèche, n'est pas bornée à ce que nous voyons de lumineux, et que nous appelons la *Flamme* ; elle va plus loin, et par le haut surtout, on s'en aperçoit à plusieurs pouces (centimètres) de distance. Pourquoi donc cette vapeur, une fois allumée, ne conserve-t-elle pas son inflammation et sa lumière autant qu'elle a d'étendue ? C'est qu'à mesure qu'elle s'étend, elle devient plus rare, et par-là plus susceptible d'être refroidie et éteinte par l'air qui l'environne ; de sorte qu'il n'y a que le noyau, pour ainsi dire, la partie la plus dense qui résiste à ce refroidissement, et qui conserve assez de chaleur pour rester enflammée et pour luire : deux expériences peuvent servir à prouver ceci : 1°. si l'on approche deux chandelles allumées l'une de l'autre, de manière qu'il n'y ait que quelques lignes (millimètres) de distance entre les deux *Flammes*, on aperçoit entr'elles une petite vapeur enflammée, qui, selon toute apparence, n'est autre chose que la portion éteinte

qui reprend feu par le nouveau degré de chaleur, que les deux *Flammes*, en s'approchant, font naître dans l'espace qui les sépare; et cela est d'autant plus vraisemblable, que les deux *Flammes* alors s'alongent considérablement : 2°. que l'on reçoive la *Flamme* d'une grosse chandelle dans un tuyau de verre mince qui ait 7 à 8 lignes (15 à 18 millimètres) de diamètre, et environ quatre pouces (1 décimètre) de longueur, on la voit aussitôt s'alonger considérablement, ayant presque autant de volume en haut qu'en bas, apparemment parce que, gardant mieux sa chaleur dans ce tuyau qui s'échauffe lui-même, que dans l'air qui se renouvelle continuellement, les parties enflammées demeurent plus long-temps dans cet état.

Il paroît donc certain que le volume de la *Flamme* est restreint et diminué par le refroidissement que lui cause l'air ambiant; mais, comme cette *Flamme* est un véritable écoulement, un fluide, qui, partant de la mèche, s'avance de bas en haut dans un autre fluide qui le refroidit, et qui en éteint toujours des portions, il est comme évident que la partie inférieure, celle qui s'enflamme actuellement, doit être plus grosse que les autres qui sont au-dessus, qui ont déjà souffert des refroidissemens, des extinctions; on doit convenir aussi que la *Flamme* doit diminuer de grosseur de plus en plus à mesure qu'elle monte, puisqu'en montant elle fait toujours de nouvelles pertes. Représentez-vous un cylindre posé verticalement, dont on rétrecit de plus en plus le diamètre depuis la base jusqu'en haut; que doit-il rester après ces retranchemens, sinon une pyramide conique, ou une figure telle que nous la représente la *Flamme* d'une chandelle?

FLEAU. Sorte de levier, qui fait la partie principale d'une balance. (*Voyez* BALANCE). Le *Fléau*, dans une balance, est le levier du premier genre *A B* (*Pl. XIV, fig.* 9.) partagé par l'axe en deux bras égaux, et aux extrémités duquel on suspend les bassins *C*, *D*. C'est encore, dans la balance romaine, le levier du premier genre *C H* (*fig.* 14) partagé par l'axe *C* en deux bras inégaux, sur le plus long desquels glisse le poids, tandis

qu'on attache le corps qu'on veut peser, à l'extrémité du bras le plus court.

FLECHE. Nom que l'on donne en astronomie à une petite constellation de la partie septentrionale du ciel, et qui est placée dans la voie lactée, auprès de l'aile de l'aigle, au-dessous de la lyre et de la tête du cygne. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*. (*Voyez l'astronomie de la Lande, page* 176).

FLEUR DE LIS. Nom que l'on donne en astronomie à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, et qui est placée à côté du triangle boréal, entre la tête de Méduse et le Bélier. C'est une des 11 nouvelles constellations qu'*Augustin Royer* a ajoutées aux anciennes, et sous lesquelles il a rangé les étoiles qui étoient demeurées informes. (*Voyez l'astronomie de la Lande, page* 188).

FLEUVE. Amas considérable d'eau, qui, fourni par une ou plusieurs sources, coule dans un lit vaste et profond, pour se rendre ordinairement à la mer.

Si une eau courante n'est pas assez forte pour porter des petits bateaux, on l'appelle en latin *rivus*, en français ordinairement *ruisseau;* si elle est assez forte pour porter bateau, on l'appelle *rivière*, en latin *amnis;* enfin, si elle peut porter de grands bateaux, on l'appelle en latin *flumen*, et en français *Fleuve*. La différence de ces dénominations n'est, comme l'on voit, que du plus ou moins. Quelques auteurs prétendent que l'on ne doit donner le nom de *Fleuves* qu'aux rivières qui se déchargent immédiatement dans la mer; et, en effet, l'usage semble avoir assez généralement établi cette dénomination. D'autres, mais en plus petit nombre, prétendent qu'il n'y a de vrais *Fleuves*, que ceux qui ont le même nom, depuis leur source jusqu'à leur embouchure.

Origine des Fleuves. Les ruisseaux ou petites rivières viennent quelquefois d'une grande quantité de pluies ou de neiges fondues, principalement dans les lieux remplis de montagnes, comme on en voit dans l'Afrique, les Indes, l'île de Sumatra, etc. mais en général les *Fleuves* et les rivières viennent des sources. (*Voyez* SOURCE.) L'origine des sources elles-mêmes vient aussi,

soit des vapeurs qui retombent sur le sommet des montagnes, soit des eaux de pluie ou de neige fondue, qui se filtrent à travers les entrailles de la terre, jusqu'à ce qu'elles trouvent une espèce de bassin où elles s'amassent.

Halley a fait voir, n°. 192 *des Transactions Philosophiques*, que les vapeurs élevées de la surface de la mer et transportées par le vent sur la terre, sont plus que suffisantes pour former toutes les rivières, et entretenir les eaux qui sont à la surface de la terre. On sait, en effet, par différentes expériences (*Voyez Mussch. Ess. de Phys.* §. 1495), qu'il s'évapore par an environ 29 pouces (785 millimètres) d'eau; or, cette évaporation est plus que suffisante pour produire la quantité d'eau que les *Fleuves* portent à la mer. *Buffon*, dans le *premier volume de son Histoire Naturelle, page* 356, trouve, par un calcul assez plausible, d'après *Jean Keill*, que, dans l'espace de 812 ans, toutes les rivières ensemble rempliroient l'Océan: d'où il conclut que la quantité d'eau qui s'évapore de la mer, et que les vents transportent sur la terre, pour produire les ruisseaux et les *Fleuves*, est d'environ les deux tiers d'une ligne ($1\frac{1}{2}$ millimètre par jour, ou 21 pouces (568 millimètres) par an; ce qui est encore au-dessous de 29 pouces (785 millimètres) dont on vient de parler, et confirme ce que nous avançons ici, que les vapeurs de la mer sont plus que suffisantes pour produire les *Fleuves*. *Voyez* à l'article FONTAINE un plus grand détail sur ce sujet.

FLEUVE. Nom général que l'on donne, en astronomie à trois constellations, dont deux sont situées dans la partie septentrionale du ciel, et une dans la partie méridionale. Les deux qui sont placées dans la partie septentrionale du ciel, sont le *Fleuve du Jourdain* et le *Fleuve du Tigre*. (*Voyez* JOURDAIN. (*Fleuve du*) *et* TIGRE (*Fleuve du*). Et celle qui est placée dans la partie méridionale, est le *Fleuve Eridan*. (*Voyez* ERIDAN.) (*Fleuve*)

FLEXIBILITÉ. *Terme de Physique.* Propriété qu'ont les corps de pouvoir céder aux puissances qui les compriment. Cette propriété appartient généralement à tous les corps sans aucune exception: on n'en connoît point

qui ne puisse céder à une force finie ; car, comme nous l'avons prouvé, tous les corps sont compressibles (*Voyez* COMPRESSIBILITÉ) ; ce qui suppose nécessairement la *Flexibilité*. Le diamant, le corps le plus dur que nous connoissions, est lui-même flexible ; à plus forte raison tous les autres ; et la preuve qu'il est flexible, c'est que si on le laisse tomber sur un corps dur, il rejaillit : or ce mouvement réfléchi ne lui vient que de son ressort. (*Voyez* MOUVEMENT RÉFLÉCHI). Mais un corps absolument inflexible, n'auroit aucun ressort, il ne rejailliroit donc pas. Les liqueurs elles-mêmes doivent être regardées comme flexibles, quoiqu'elles le soient très-peu : car elles ont du ressort, puisqu'elles rejaillissent, et qu'elles transmettent les sons. (*Voyez* SON).

FLEXIBLE. Epithète que l'on donne aux corps qui peuvent céder aux puissances qui les compriment. D'après ce que nous avons dit au mot *Flexibilité*, il s'ensuit que cette épithète convient à tous les corps. (*Voyez* FLEXIBILITÉ).

Il y a des corps *Flexibles* sans effort, comme les fils, les petites cordes non-tendues, et des corps *Flexibles* avec plus ou moins d'effort, comme les ressorts, etc. Ces derniers reprennent leur figure, dès qu'on les abandonne à eux-mêmes. (*Voyez* ELASTICITÉ *et* RESSORT).

Un corps de cette dernière espèce, qui est plié, forme deux leviers ; et le point où il plie, peut être regardé comme le point fixe commun aux deux leviers. Il suit de là que plus la puissance motrice est éloignée de ce point, plus elle a de force : ainsi plus un corps *Flexible* est long, plus il cède aisément à la force qui le *fléchit*. C'est pour cette raison qu'un grand bâton, que l'on tient horizontalement par un bout, se fléchit souvent par son propre poids.

FLINT-GLASS. Nom que l'on donne en Angleterre au crystal blanc, dont on fait à Londres les verres et les caraffes. Ce crystal, ayant plus de densité que le verre ordinaire, a aussi un pouvoir réfractif plus grand. On s'en sert avec succès pour composer les objectifs des lunettes achromatiques. (*Voyez* LUNETTE ACHROMATIQUE). Il a de plus la propriété

de disperser beaucoup les rayons colorés, et de produire un spectre plus grand que ne le font les autres sortes de verre. C'est le *minium*, ou la partie métallique employée dans la composition du *Flint-Glass*, qui lui donne cette propriété.

FLORÉAL. Huitième mois de l'année de la république française. Ce mois, qui a 30 jours comme les onze autres, commence le 20 avril, et finit le 19 mai. On lui a donné le nom *Floréal*, parce que c'est dans ce mois que la plupart des végétaux fleurissent.

FLUATES. Sels formés par l'acide fluorique, combiné avec différentes bases. (*Voyez* ACIDE FLUORIQUE).

FLUIDE. Substance dont les parties sont mobiles entr'elles, n'ont point ou presque point de cohésion les unes aux autres, et se meuvent indépendamment les unes des autres. Tels sont, par exemple, un tas de bled, un tas de sablon, la fumée, l'air, etc.

Toutes les liqueurs sont aussi des *Fluides;* mais tous les *Fluides* ne sont pas nécessairement liqueurs. Pour qu'un *Fluide* soit liqueur, il faut que ses molécules puissent se mouvoir indépendamment les unes des autres avec assez de liberté, pour que celles de la surface supérieure se placent toutes dans un plan parallèle à l'horizon : tel est du vin ou de l'eau, etc. Il n'en est pas ainsi d'un tas de bled, de sablon, etc. L'ensemble forme un cône plus ou moins écrasé, suivant qu'il approche plus ou moins de la parfaite *fluidité*. (*Voyez* FLUIDITÉ).

Les *Fluides* dont la fluidité égale celle des liqueurs, se comportent comme elles dans leur équilibre ; ils suivent les mêmes loix. On trouvera ces loix établies à l'article *Hydrostatique*. (*Voyez* HYDROSTATIQUE.) (*Voyez* aussi le *Traité de l'équilibre et du mouvement des* Fluides de d'Alembert, *Paris* 1744, ainsi que son *Essai d'une nouvelle Théorie de la résistance des* Fluides, *Paris* 1752).

FLUIDE. (*Corps*) (*Voyez* CORPS FLUIDE).

FLUIDE ÉLECTRIQUE. C'est la même chose que la matière électrique. (*Voyez* MATIÈRE ÉLECTRIQUE).

FLUIDE MAGNETIQUE. C'est la même chose que

la matière magnétique. (*Voyez* MATIÈRE MAGNÉTIQUE).

FLUIDES ÉLASTIQUES. Nom que l'on donne à l'air de l'athmosphère, et à tous les fluides qui ont sa forme, et qui en ont les apparences.

On connoît aujourd'hui un grand nombre de *Fluides élastiques* qui diffèrent essentiellement entr'eux, et qui, malgré cela, au premier apperçu, avoient été pris pour de l'air, parce qu'ils lui ressemblent à bien des égards : car, de même que l'air, ils sont tous compressibles, élastiques, transparens, sans couleur (si l'on en excepte un seul), et invisibles. Il est bien vrai qu'on leur avoit remarqué des propriétés qui n'appartiennent point à l'air; mais on les attribuoit à quelques substances étrangères qu'on supposoit s'y être mêlées : c'est pourquoi on les appeloit *Air gâté, Air vicié.* (*Voyez* AIR GATÉ, AIR VICIÉ). Mais on s'est assuré, par des expériences décisives, que ces substances diffèrent essentiellement de l'air, et entr'elles, par les principes qui les constituent.

Parmi les *Fluides élastiques*, les uns sont permanens, et les autres *non-permanens*. Pour bien entendre ce que signifient ces termes, il faut savoir que la matière de la chaleur (qu'on peut aussi nommer *Matière du feu*, et qu'on appelle aujourd'hui le *Calorique*) (*Voyez* CALORIQUE), est un fluide particulier répandu dans tous les corps de la nature, et qui y existe dans deux états différens, savoir dans l'état de liberté, et dans l'état de combinaison. La matière de la chaleur, dans l'état de liberté, est celle qui se trouve logée entre les particules des corps; qu'on ne peut point contenir dans un vaisseau fermé; que rien n'arrête, parce qu'elle pénètre avec facilité toutes les substances d'une surface à l'autre. Celle-ci seule est capable d'exciter une chaleur sensible à nos organes. Cette même matière, dans l'état de combinaison, est celle qui constitue un des principes des corps. Dans cet état, elle n'excite aucune chaleur sensible : de sorte qu'un corps qui en contiendroit une très-grande quantité, ne seroit pas, pour nous, plus chaud que celui qui n'en contiendroit point du tout.

Les *Fluides élastiques permanens* sont ceux dans les,

quels la matière de la chaleur est dans l'état de combinaison. Ceux-ci conservent leur état de *Fluides élastiques* à quelque température et à quelque degré de pression qu'ils soient exposés : c'est pourquoi on les appelle *permanens*. Tels sont l'*Air* et les *Gas*. (*Voyez* AIR et GAS).

Les *Fluides élastiques non-permanens* sont ceux dans lesquels une grande quantité de matière de la chaleur est dans l'état de liberté. Ces derniers ne peuvent conserver leur état de *Fluides élastiques* qu'autant qu'ils sont peu comprimés, ou qu'ils se trouvent à une température élevée, et plus ou moins élevée, suivant leur nature et leur densité : c'est ce qui les a fait appeler *non-permanens*. Telles sont toutes les *Vapeurs* (*Voyez* VAPEURS). L'éther, par exemple, devient *Fluide élastique* à une élévation de 2728 mètres (1400 toises) au-dessus du niveau de la mer, par la grande diminution de la pression qu'il éprouvoit dans le bas. Mais s'il est exposé à toute la pression de l'atmosphère, il lui faut, pour devenir *Fluide élastique*, 38 à 39 degrés de chaleur. L'alcohol, en pareil cas, en exige 67 à 68 : l'eau en demande 80. Mais cette même eau deviendroit *Fluide élastique* à toutes sortes de températures, si l'on supprimoit, de dessus sa surface, la pression de l'atmosphère. Voilà pourquoi elle se vaporise très-aisément dans le vide.

Les *Fluides élastiques permanens* sont tous compressibles, élastiques, transparens, sans couleur (excepté le gas muriatique oxigéné, qui est d'un jaune verdâtre), invisibles et incondensables en liqueur par le froid.

Les uns existent dans la nature, sans le secours de l'art, quoiqu'on puisse se les procurer aussi par ce moyen : les autres ne sont que le produit de l'art.

Les uns sont solubles dans l'eau : les autres y sont tout-à-fait insolubles ; de sorte que, pour se les procurer, il faut faire usage de moyens différens, suivant la nature du fluide qu'on desire obtenir. (*Voyez* APPAREIL PNEUMATO-CHYMIQUE).

Les *Fluides élastiques permanens* se divisent en deux classes. La première comprend ceux qui sont *Vivifians*, c'est-à-dire, ceux qui servent, et qui sont essentiels

à la respiration et à la vie des hommes et des animaux, et à la combustion des corps. Tels sont l'*Air Athmosphérique* et l'*Air pur* ou *Vital*, connu aussi sous le nom de *Gas oxigène*. (*Voyez* AIR ATHMOSPHÉRIQUE, AIR PUR, et GAS OXIGÈNE). La seconde classe comprend ceux de ces fluides qui sont suffoquans, c'est-à-dire, ceux qui ne peuvent servir ni à la vie des animaux, ni à la combustion des corps : tels sont tous les autres gas. (*Voyez* le mot GAS et toutes ses espèces).

Cette seconde classe se divise en trois ordres. Le premier comprend ceux de ces fluides qui ne sont point salins, c'est-à-dire, ceux qui ne sont ni acides ni alkalins. Le second comprend ceux qui sont salins, c'est-à-dire, qui sont ou acides ou alkalins. Le troisième, ceux qui sont inflammables, et qu'on appelle *Hydrogènes*, parce que leur base est une des parties constituantes de l'eau.

Pour voir tout cela d'un coup d'œil, je joins ici une table méthodique de ces *Fluides*.

Table méthodique des Fluides élastiques.

Fluides élastiques vivifians. *Classe I.*

- Air athmosphérique.
- Air pur ou vital, dit *gas oxygène*.

Suffoquans. *Classe II.*

Non-salins. *Ordre 1.*

- Gas azotique.
- Gas nitreux.
- Gas muriatique oxigéné.

Salins. *Ordre 2.*

- Gas acide carbonique.
- Gas acide muriatique.
- Gas acide sulfureux.
- Gas acide fluorique.
- Gas ammoniacal.

Inflammables ou hydrogènes. *Ordre* 3.

- Gas hydrogène pur.
- Gas hydrogène sulfuré.
- Gas hydrogène phosphoré.
- Gas hydrogène carboné.
- Gas hydrogène carbonique.
- Gas hydrogène des marais.

FLUIDITE. Propriété par laquelle les parties d'un corps sont mobiles entr'elles, et se meuvent indépendamment les unes des autres.

La cause de la *Fluidité* des corps est la même que celle de la liquidité. (*Voyez* LIQUIDITÉ). Cette cause ne produit pas sur tous le même effet, parce qu'elle ne trouve pas dans tous la même mobilité.

Les Cartésiens, et après eux le docteur *Hook*, *Boyle*, etc. supposent un mouvement intestin, irrégulier et continuel des particules, comme étant ce qui constitue principalement la *Fluidité*.

Boërhaave prétend que le feu est la source du premier mouvement, et la cause de la *Fluidité* des autres corps, de l'air, de l'eau, par exemple, etc. Il prétend que toute l'athmosphère seroit réduite en un corps solide par la privation du feu. (*Voyez* FEU).

Musschenbroëck oppose au mouvement intestin des fluides le raisonnement suivant. Que l'on considère, dit-il, les parties d'un fluide bien pur, rassemblé dans un endroit où tout soit en repos. Exposez au microscope, pendant la nuit, lorsque tout est en repos et dans un endroit fort tranquille, une petite goutte de lait ou de sang, qui est un liquide; examinez si ses parties sont en mouvement ou repos, faisant en sorte de ne rien remuer avec la main ou avec le corps : on voit alors les parties grossières en repos. Comment donc, demande *Musschenbroëck*, comment peut-on établir que la nature des liquides demande qu'ils soient nécessairement en mouvement? Mais, quoique l'opinion de *Musschenbroëck* soit vraisemblable, cette preuve ne paroit pas fort concluante, puisque le mouvement interne des corpuscules, s'il est réel, est d'une nature à ne pouvoir être saisi par aucune observation. Une preuve

plus convaincante est celle des petits corpuscules suspendus dans l'eau, qui y restent à la place où ils sont, lorsque aucune cause n'agite le vase. Ces petits corpuscules ne seroient-ils pas en mouvement, si les particules du fluide y étoient ? Le même auteur oppose au mouvement intestin des fluides, l'attraction de leurs parties, qui, se faisant en sens contraires, doit tenir les particules en repos.

On remarque, dans tous les fluides, que la pression qu'ils exercent contre les parois des vaisseaux, se fait toujours dans la direction des perpendiculaires aux côtés de ces vaisseaux. Quelques auteurs ont cru, sans trop d'examen, que cette propriété résulte nécessairement de la figure sphérique des particules qui composent le fluide.

Il est vraisemblable que les parties des fluides ont la figure sphérique; on l'infère, 1°. de ce que les corps, qui ont une semblable figure, roulent et glissent les uns sur les autres avec une grande facilité, comme nous le remarquons dans les parties des liquides : 2°. de ce que toutes les parties des fluides grossiers, que l'on peut voir à l'aide du microscope, ont une figure sphérique, comme on peut le remarquer dans le lait, dans le sang, dans la sérosité, dans les huiles et le mercure.

Derham, ayant examiné dans une chambre obscure sous quelle forme paroissent les vapeurs, trouva, à l'aide du microscope, que ce n'étoit autre chose que de petits globules sphériques, qui auroient pu former de petites gouttes. Si donc on trouve que tous les liquides grossiers sont formés de globules, ne peut-on pas conclure par analogie que la même figure doit avoir lieu dans les parties des liquides les plus subtils ? *Musschenb. Essai de physique*, §. 687 *et suiv.*

La principale cause de la *Fluidité* des corps est l'action de la matière de la chaleur : c'est par cette action que les parties des corps s'écartent, se séparent les unes des autres, perdent leur adhérence, et reçoivent enfin cette mobilité respective, en quoi consiste leur *Fluidité*. C'est par le ralentissement de cette action ou par son absence que les parties se rapprochent, adhèrent les unes aux autres, se lient, et reprennent enfin la con-

sistance qu'elle leur avoit fait perdre. Je pense même qu'on peut dire que la matière de la chaleur est la seule substance fluide par elle-même; et que sans elle, rien ne contre-balançant la tendance générale que toutes les parties de la matière ont les unes vers les autres, elles seroient unies toutes ensemble de manière à ne former qu'un solide.

FLUX ET REFLUX. Mouvement journalier, régulier et périodique d'élévation et d'abaissement alternatifs, qu'on observe dans les eaux de la mer.

Dans les mers vastes et profondes, on remarque que l'océan monte et descend alternativement deux fois par jour. Les eaux, pendant environ six heures, s'élèvent et s'étendent sur les rivages; c'est ce qu'on appelle le *Flux*: elles restent un très-petit espace de temps, c'est-à-dire, quelques minutes, dans cet état de repos; après quoi, elles redescendent durant six autres heures, ce qui forme le *reflux;* au bout de ces six heures et d'un très-petit temps de repos, elles remontent de nouveau, et ainsi de suite.

Pendant le *Flux*, les eaux des fleuves s'enflent et remontent près de leur embouchure; ce qui vient évidemment de ce qu'elles sont refoulées par les eaux de la mer. Pendant le *reflux*, les eaux de ces mêmes fleuves recommencent à couler.

On a désigné le *Flux et reflux* par le seul mot de *marée*, dont nous nous servirons souvent dans cet article. (*Voyez* MARÉE). Le moment où finit le *Flux*, lorsque les eaux sont stationnaires, s'appelle la *haute mer*: la fin du *reflux* s'appelle la *basse mer*.

Dans tous les endroits où le mouvement des eaux n'est pas retardé par des îles, des caps, des détroits, ou par d'autres semblables obstacles, on observe trois périodes à la marée: la période journalière, la période menstruelle, la période annuelle.

La période journalière est de 24 heures 49 minutes, pendant lesquelles le *Flux* arrive deux fois, et le *Reflux* deux fois; et cet espace de 24 heures 49 minutes, est le tems que la lune met à faire sa révolution journalière autour de la terre, ou, pour parler plus exacte-

ment, le temps qui s'écoule entre son passage par le méridien et son retour au même méridien.

La période menstruelle consiste en ce que les marées sont plus grandes dans les nouvelles et pleines lunes, que quand la lune est en quartier, ou, pour parler plus exactement, les marées sont plus grandes dans chaque lunaison, quand la lune est environ à 18 degrés au-delà des pleines et nouvelles lunes, et les plus petites, quand elle est environ à 18 degrés au-delà du premier et du dernier quartier. Les nouvelles et pleines lunes s'appellent *Syzygies;* les quartiers, *Quadratures.* Ces expressions nous seront quelquefois commodes, et nous en userons. (*Voyez* SYZYGIES, QUADRATURE).

La période annuelle consiste en ce qu'aux équinoxes les marées sont les plus grandes vers les nouvelles et pleines lunes; et celles des quartiers sont moins grandes qu'aux autres lunaisons; au contraire, dans les solstices, les marées des nouvelles et pleines lunes ne sont pas si grandes qu'aux autres lunaisons; au lieu que les marées des quartiers sont plus grandes qu'aux autres lunaisons.

On voit déjà par ce premier détail, que le *Flux et Reflux* a une connexion marquée et principale avec les mouvemens de la lune, et qu'il en a même, jusqu'à un certain point, avec le mouvement du soleil, ou plutôt avec celui de la terre autour du soleil. *Voyez* COPERNIC. (*Système de*) D'où l'on peut déjà conclure, en général, que la lune et le soleil, et surtout le premier de ces deux astres, sont la cause du *Flux et Reflux*, quoiqu'on ne sache pas encore comment cette cause opère. Il ne restera plus sur cela rien à desirer, quand nous entrerons dans le détail de la manière dont ces deux astres agissent sur les eaux; mais suivons les phénomènes du *Flux et du Reflux.*

Dans la période journalière on observe encore : 1°. que la haute mer arrive aux rades orientales plutôt qu'aux rades occidentales : 2°. qu'entre les deux tropiques, la mer paroît aller de l'est à l'ouest : 3°. que dans la zone torride, à moins de quelque obstacle particulier, la haute mer arrive en même temps aux endroits qui sont sous le même méridien; au lieu que dans les zones tempérées, elle arrive plutôt à une moindre latitude

qu'à une plus grande ; et au-delà du soixante-cinquième degré de latitude, le *Flux* n'est pas sensible.

Dans la période menstruelle, on observe 1°. que les marées vont en croissant des quadratures aux syzygies, et en décroissant, des syzygies aux quadratures : 2°. quand la lune est aux syzygies ou aux quadratures, la haute mer arrive trois heures après le passage de la lune au méridien : si la lune va des syzygies aux quadratures, le temps de la haute mer arrive plutôt que ces trois heures : c'est le contraire si la lune va des quadratures aux syzygies : 3°. soit que la lune se trouve dans l'hémisphère austral ou dans le boréal, le temps de la haute mer n'arrive pas plus tard aux plages septentrionales.

Enfin, dans la période annuelle, on observe, 1°. que les marées du solstice d'hiver sont plus grandes que celles du solstice d'été : 2°. les marées sont d'autant plus grandes, que la lune est plus près de la terre; et elles sont les plus grandes, toutes choses d'ailleurs égales, quand la lune est périgée, c'est-à-dire, à sa plus petite distance de la terre : elles sont aussi d'autant plus grandes, que la lune est plus près de l'équateur; et, en général, les plus grandes de toutes les marées arrivent quand la lune est à-la-fois dans l'équateur, périgée, et dans les syzygies : 3°. enfin, dans les contrées septentrionales, les marées des nouvelles et pleines lunes sont en été plus grandes le soir que le matin, et en hiver plus grandes le matin que le soir.

Tels sont les phénomènes principaux; entrons à présent dans leur explication.

Les anciens avoient déjà conclu des phénomènes du *Flux et Reflux*, que le soleil et la lune en étoient la cause : *causa*, dit *Pline*, *in sole lunaque*, *liv. II. c.* 97. *Galilée* jugea de plus que le *Flux et Reflux* étoient une preuve du double mouvement de la terre par rapport au soleil : mais la manière dont ce grand homme fut traité par le tribunal de l'inquisition, à l'occasion de son opinion sur le mouvement de la terre (*Voyez* COPERNIC. *Système de*), ne l'encouragea pas à approfondir, d'après ce principe, les causes du *Flux et Reflux* : ainsi on peut dire que, jusqu'à *Descartes*, personne n'avoit

entrepris de donner une explication détaillée de ce phénomène. Ce grand homme étoit parti pour cela de son ingénieuse théorie des tourbillons. (*Voyez* CARTÉSIANISME *et* TOURBILLON). Selon *Descartes*, lorsque la lune passe au méridien, le fluide qui est entre la terre et la lune, ou plutôt entre la terre et le tourbillon particulier de la lune, fluide qui se meut aussi en tourbillon autour de la terre, se trouve dans un espace plus resserré : il doit donc y couler plus vîte; il doit de plus y causer une pression sur les eaux de la mer; et de là vient le *Flux et Reflux*. Cette explication, dont nous supprimons le détail et les conséquences, a deux grands défauts; le premier, d'être appuyé sur l'hypothèse des tourbillons, aujourd'hui reconnue insoutenable (*Voyez* TOURBILLON); le second est d'être directement contraire aux phénomènes : car, selon *Descartes*, le fluide qui passe entre la terre et la lune, doit exercer une pression sur les eaux de la mer; cette pression doit donc refouler les eaux de la mer sous la lune; ainsi ces eaux devroient s'abaisser sous la lune, lorsqu'elle passe au méridien : or il arrive précisément le contraire. On peut voir dans les ouvrages de plusieurs physiciens modernes, d'autres difficultés contre cette explication : celles que nous venons de proposer, sont les plus frappantes, et nous paroissent suffire.

La meilleure méthode de philosopher en Physique, c'est d'expliquer les faits les uns par les autres, et de réduire les observations et les expériences à certains phénomènes généraux, dont elles soient la conséquence. Il ne nous est guère permis d'aller plus loin, les causes des premiers faits nous étant inconnues : or c'est le cas où nous nous trouvons par rapport au *Flux et Reflux* de la mer. Il est certain par toutes les observations astronomiques (*Voyez* LOIX DE KÉPLER), qu'il y a une tendance mutuelle des corps célestes les uns vers les autres : cette force dont la cause est inconnue, a été nommée par *Newton*, *gravitation* ou *attraction* (*Voyez ces deux mots*) (*Voyez aussi* NEWTONIANISME) : il est certain de plus, par les observations, que les planètes se meuvent, ou dans le vide, ou au moins dans un milieu qui ne leur résiste pas. Il est donc d'un Phy-

sicien sage de faire abstraction de tout fluide dans l'explication du *Flux et Reflux* de la mer, et de chercher uniquement à expliquer ce phénomène par le principe de la gravitation universelle, que personne ne peut refuser d'admettre, quelque explication bonne ou mauvaise qu'il entreprenne d'ailleurs d'en donner.

Mettant donc à part toute hypothèse, nous poserons pour principe, que comme la lune pèse vers la terre, de même aussi la terre et toutes ses parties pèsent vers la lune, ou, ce qui revient au même, en sont attirées; que de même la terre et toutes ses parties pèsent ou sont attirées vers le soleil, ne donnant point ici d'autre sens au mot *attraction*, que celui d'une tendance des parties de la terre vers la lune et vers le soleil, quelle qu'en soit la cause : c'est de ce principe que nous allons déduire les phénomènes des marées.

Képler avoit conjecturé, il y a long-temps, que la gravitation des parties de la terre vers la lune et vers le soleil, étoit la cause du *Flux et Reflux*.

« Si la terre cessoit, dit-il, d'attirer ses eaux vers » elle-même, toutes celles de l'océan s'éleveroient vers » la lune; car la sphère de l'attraction de la lune s'é- » tend vers notre terre, et en attire les eaux ».

C'est ainsi que pensoit ce grand astronome, dans son *Introd. ad Theor. mar.* et ce soupçon, car ce n'étoit alors rien de plus, se trouve aujourd'hui vérifié et démontré par la théorie suivante, déduite des principes de *Newton*.

Théorie des marées. La surface de la terre et de la mer est sphérique, ou du moins étant à-peu-près sphérique, peut être ici regardée comme telle. Cela posé, si l'on imagine que la lune *A* (*Pl. XLVIII, fig.* 9), est au-dessus de quelque partie de la surface de la mer, comme *E*, il est évident que l'eau *E*, étant le plus près de la lune, pesera vers elle plus que ne fait aucune autre partie de la terre et de la mer, dans tout l'hémisphère *P E H*.

Par conséquent, l'eau en *E* doit s'élever vers la lune, et la mer doit s'enfler en *E*.

Par la même raison, l'eau en *G* étant la plus éloignée de la lune, doit peser moins vers cette planète,

que ne fait aucune autre partie de la terre ou de la mer, dans l'hémisphère *P G H.*

Par conséquent, l'eau de cet endroit doit moins s'approcher de la lune, que toute autre partie du globe terrestre; c'est-à-dire, qu'elle doit s'élever du côté opposé, comme étant plus légère, et par conséquent elle doit s'enfler en *G.*

Par ces moyens, la surface de l'océan doit prendre nécessairement une figure ovale, dont le plus long diamètre est *E G*, et le plus court *P H*, de sorte que la lune venant à changer sa position dans son mouvement diurne autour de la terre, cette figure ovale de l'eau doit changer avec elle : et c'est là ce qui produit ces deux *Flux et Reflux* que l'on remarque toutes les vingt-cinq heures.

Telle est d'abord en général, et pour ainsi dire en gros, l'explication du *Flux et Reflux.* Mais, pour faire entendre sans figure, par le seul raisonnement, et d'une manière encore plus précise, la cause de l'élévation des eaux en *G* et en *E*, imaginons que la lune soit en repos, et que la terre soit un globe solide en repos, couvert, jusqu'à telle hauteur qu'on voudra, d'un fluide homogène, rare et sans ressort, dont la surface soit sphérique; supposons de plus que les parties de ce fluide pèsent (comme elles font en effet) vers le centre du globe, tandis qu'elles sont attirées par le soleil et la lune; il est certain que si toutes les parties du globe et du fluide qui le couvre, étoient attirées avec une force égale et suivant des directions parallèles, l'action des deux astres n'auroit d'autre effet, que de mouvoir ou de déplacer toute la masse du globe et du fluide, sans causer d'ailleurs aucun dérangement dans la situation respective de leurs parties. Mais, suivant les loix de l'attraction, les parties de l'hémisphère supérieur, c'est-à-dire, de celui qui est le plus près de l'astre, sont attirées avec plus de force que le centre du globe; et au contraire les parties de l'hémisphère inférieur sont attirées avec moins de force : d'où il s'ensuit que le centre du globe étant mu par l'action du soleil ou de la lune, le fluide qui couvre l'hémisphère supérieur, et qui est attiré plus fortement, doit tendre à se mouvoir plus vîte que le centre, et, par conséquent, s'élever

avec une force égale à l'excès de la force qui l'attire sur celle qui attire le centre; au contraire, le fluide de l'hémisphère inférieur, étant moins attiré que le centre du globe, doit se mouvoir moins vite : il doit donc fuir le centre, pour ainsi dire, et s'en éloigner avec une force à-peu-près égale à celle de l'hémisphère supérieur. Ainsi le fluide s'élevera aux deux points opposés, qui sont dans la ligne par où passe le soleil ou la lune : toutes ses parties accourront, si on peut s'exprimer ainsi, pour s'approcher de ces points, avec d'autant plus de vitesse, qu'elles en seront plus proches.

On explique par-là avec la dernière évidence, comment l'élévation et l'abaissement des eaux de la mer se font aux mêmes instans dans les points opposés d'un même méridien. Quoique ce phénomène soit une conséquence nécessaire du système de *Newton*, et que ce grand géomètre l'ait même expressément remarqué; cependant les Cartésiens soutiennent depuis un demi-siècle, que si l'attraction produisoit le *Flux et Reflux*, les eaux de l'océan, lorsqu'elles s'élèvent dans notre hémisphère, devroient s'abaisser dans l'hémisphère opposé. La preuve simple et facile que nous venons de donner du contraire, sans figure et sans calcul, anéantira peut-être enfin pour toujours une objection aussi frivole, qui est pourtant une des principales de cette secte contre la théorie de la gravitation universelle.

Le mouvement des eaux de la mer, au moins celui qui nous est sensible, et qui ne lui est point commun avec toute la masse du globe terrestre, ne provient donc point de l'action totale du soleil et de la lune, mais de la différence qu'il y a entre l'action de ces astres sur le centre de la terre, et leur action sur le fluide, tant supérieur qu'inférieur : c'est cette différence que nous appelerons dans toute la suite de cet article *action, force*, ou *attraction* solaire ou lunaire. *Newton* nous a appris à calculer chacune de ces deux forces, et à les comparer avec la pesanteur. Il a démontré par la théorie des forces centrifuges, et par la comparaison entre le mouvement annuel de la terre et son mouvement diurne (*Voyez* FORCE CENTRIFUGE *et* PESANTEUR), que l'action solaire étoit à la pesanteur environ comme 1 à

12868200 : à l'égard de l'action lunaire, il ne l'a pas aussi exactement déterminée, parce qu'elle dépend de la masse de la lune, qui n'est pas encore suffisamment connue ; cependant, fondé sur quelques observations des marées, il suppose l'action lunaire environ quadruple de celle du soleil.

Il est au moins certain, tant par les phénomènes des marées que par d'autres observations (*Voyez* NUTATION et PRÉCESSION DES ÉQUINOXES), que l'action lunaire, pour soulever les eaux de l'Océan, est beaucoup plus grande que celle du soleil ; et cela nous suffit quant à présent.

Voyons maintenant comment on peut déduire de ce que nous avons avancé, l'explication des principaux phénomènes du *flux et reflux*. Dans cette explication, nous tâcherons de nous mettre à la portée du plus grand nombre de lecteurs qu'il nous sera possible ; et par cette raison, nous nous contenterons de rendre raison des phénomènes en gros.

Nous avons vu que les eaux doivent s'élever en même temps à l'endroit au-dessus duquel est la lune, et au point de la terre diamétralement opposé à celui-là ; par conséquent, à 90 degrés de ces deux points, ces eaux doivent s'abaisser : de même l'action solaire doit faire élever les eaux à l'endroit au-dessus duquel est le soleil, et au point de la terre diamétralement opposé ; et par conséquent les eaux doivent s'abaisser à 90 degrés de ces points. Combinant ensemble ces deux actions, on verra que l'élévation des eaux en un même endroit, doit être sujette à de grandes variétés, soit pour la quantité, soit pour l'heure à laquelle elle arrive ; selon que l'action solaire et l'action lunaire se combineront entr'elles, c'est-à-dire, selon que la lune et le soleil seront différemment placés par rapport à cet endroit.

En général, dans les conjonctions et oppositions du soleil et de la lune, la force qui fait tendre l'eau vers le soleil, concourt avec la pesanteur qui la fait tendre vers la lune. Car, dans les conjonctions du soleil et de la lune, ces deux astres passent en même temps au-dessus du méridien ; et dans les oppositions, l'un passe au-dessus du méridien dans le temps que l'autre passe

au-dessous ; et par conséquent, ils tendent dans ces deux cas à élever en même temps les eaux de la mer. Dans les quadratures, au contraire, l'eau élevée par le soleil, se trouve abaissée par la lune ; car, dans les quadratures, la lune est à 90 degrés du soleil ; donc les eaux qui se trouvent sous la lune, sont à à 90 degrés de celles au-dessus desquelles se trouve le soleil ; donc la lune tend à élever les eaux que le soleil tend à abaisser, et réciproquement ; donc, dans les syzygies, l'action solaire conspire avec l'action lunaire à produire le même effet ; et au contraire elle tend à produire un effet opposé, dans les quadratures : il faut par conséquent, en général, et toutes choses d'ailleurs égales, que les plus grandes marées arrivent dans les syzygies, et les plus basses dans les quadratures.

Dans le cours de chaque jour naturel, il y a deux *Flux et Reflux*, qui dépendent de l'action du soleil, comme dans chaque jour lunaire, il y en a deux qui dépendent de l'action de la lune ; et toutes ces marées sont produites suivant les mêmes loix ; mais celles que cause le soleil, sont beaucoup moins grandes que celles que cause la lune : la raison en est que, quoique le soleil soit beaucoup plus gros que la terre et la lune ensemble, l'immensité de sa distance fait que l'action solaire est beaucoup plus petite que l'action lunaire.

En général, plus la lune est près de la terre, plus son action, pour élever les eaux, doit être grande ; et il en est de même du soleil. C'est une suite des loix de l'attraction, qui est plus forte à une moindre distance.

Faisant abstraction, pour un moment, de l'action du soleil, la haute marée devroit se faire au moment du passage de la lune par le méridien, si les eaux n'avoient pas (ainsi que tous les corps en mouvement) une force d'inertie (*Voyez* FORCE D'INERTIE), par laquelle elles conservent l'impression qu'elles ont reçue : mais cette force doit avoir deux effets ; elle doit retarder l'heure de la haute marée, et diminuer aussi en général l'élévation des eaux. Pour le prouver, supposons un moment la terre en repos, et la lune au-dessus d'un endroit quelconque de la terre ; en faisant abstraction du

soleil

soleil, dont la force, pour élever les eaux, est beaucoup moindre que celle de la lune; l'eau s'élevera certainement au-dessus de l'endroit où est la lune. Supposons maintenant que la terre vienne à tourner; d'un côté, elle tourne fort vîte par rapport au mouvement de la lune; et, d'un autre côté, l'eau qui a été élevée par la lune et qui tourne avec la terre, tend à conserver, autant qu'il se peut, par sa force d'inertie, l'élévation qu'elle a acquise, quoiqu'en s'éloignant de la lune, elle tende en même temps à perdre une partie de cette élévation: ainsi, ces deux effets contraires se combattant, l'eau transportée par le mouvement de la terre, se trouvera plus élevée à l'orient de la lune, qu'elle ne devroit être sans ce mouvement, mais cependant moins élevée qu'elle ne l'auroit été sous la lune, si la terre étoit immobile. Donc le mouvement de la terre doit, en général, retarder les marées et en diminuer l'élévation.

Après le *Flux et Reflux*, la mer est un peu de temps sans descendre ni monter, parce que les eaux tendent à conserver l'état de repos et d'équilibre où elles sont dans le moment de la haute marée, et dans celui de la marée basse; et qu'en même temps le mouvement de la terre, déplaçant ces eaux par rapport à la lune, change l'action de cet astre sur ces eaux, et tend à leur faire perdre l'équilibre: ces deux efforts se contrebalancent mutuellement pendant quelques momens. Il faut y joindre la ténacité des eaux et les obstacles de différentes espèces qui doivent, en général, retarder leur mouvement, et empêcher qu'elles ne le prennent tout-d'un-coup, et par conséquent qu'elles ne passent brusquement de l'état d'élévation à celui d'abaissement.

La lune passe au-dessus des rades orientales, avant que de passer au-dessus des rades occidentales: le *Flux* doit donc arriver plutôt aux premières.

Le mouvement général de la mer entre les tropiques de l'est à l'ouest, est plus difficile à expliquer; ce mouvement se prouve par la direction constante des corps qui nagent à la merci des flots. On observe de plus que, toutes choses d'ailleurs égales, la navigation vers l'occident est fort prompte, et le retour difficile. D'*Alembert* a démontré dans ses *Recherches sur la cause*

des vents, qu'en effet cela doit être ainsi ; que l'action du soleil et celle de la lune, doivent mouvoir les eaux de l'Océan sous l'équateur d'orient en occident. Cette même action doit produire dans l'air un effet semblable; et c'est là, selon lui, une des principales causes des vents alisés. (*Voyez* VENTS). Mais c'est là un de ces phénomènes dont on ne peut rendre la raison sans avoir recours au calcul. (*Voyez donc l'ouvrage cité*). (*Voyez aussi l'article* VENT).

Si la lune restoit toujours dans l'équateur, il est évident qu'elle seroit toujours à 90 degrés du pole, et que par conséquent, il n'y auroit au pole ni *Flux* ni *Reflux* : donc, dans les endroits voisins des poles, le *Flux et le Reflux* seroit fort petit, et même tout-à-fait insensible, surtout si on considère que ces endroits opposent beaucoup d'obstacles au mouvement des eaux, tant par les glaces énormes qui y nagent, que par la disposition des terres. Or, quoique la lune ne soit pas toujours dans l'équateur, elle ne s'en éloigne que de 28 degrés : il ne faut donc point s'étonner que près des poles, et à la latitude de 65 degrés, le *Flux et Reflux* ne soit pas sensible.

Supposons maintenant que la lune décrive pendant un jour un parallèle à l'équateur, on voit, 1°. que l'eau sera en repos au pole pendant ce jour, puisque la lune demeurera toujours à la même distance du pole; 2°. que si, le lendemain, la lune décrit un autre parallèle, l'eau sera encore en repos au pole pendant ce jour-là, mais plus ou moins abaissée que le jour précédent, selon que la lune sera plus près ou plus loin du zénith ou du nadir des habitans du pole; 3°. Que si on prend un endroit quelconque entre la lune et le pole, la distance de la lune à cet endroit sera plus différente de 90 degrés en défaut, lorsque la lune passera au méridien au-dessus de cet endroit, que la distance de la lune à ce même endroit ne différera de 90 degrés en excès, lorsque la lune passera un méridien au-dessous de ce même endroit. Voilà pourquoi, en général, en allant vers le pole boréal, les marées de dessus sont plus grandes quand la lune est dans l'hémisphère boréal, et celles de dessous plus pe-

tites; et en s'avançant même plus loin vers le pole, il ne doit plus y avoir qu'un *Flux* et qu'un *Reflux* dans l'espace de 24 heures; parce que, quand la lune est au-dessous du méridien, elle n'est pas à beaucoup près à 180 degrés de l'endroit dont il s'agit, et qu'elle se trouve au contraire à une distance assez peu différente de 90 degrés, pour que les eaux doivent s'abaisser alors au lieu de s'élever. Le calcul démontre évidemment toutes ces vérités, que nous ne pouvons ici qu'énoncer en général.

Comme il n'arrive que deux fois par mois que le soleil et la lune répondent au même point du ciel, ou à des points opposés, l'élévation des eaux (telle qu'on la trouve même en négligeant l'inertie) ne doit se faire pour l'ordinaire ni immédiatement sous la lune, ni immédiatement sous le soleil, mais dans un point milieu entre ces points; ainsi, quand la lune va des syzygies aux quadratures, c'est-à-dire, lorsqu'elle n'est pas encore à 90 degrés du soleil, l'élévation la plus grande des eaux doit se faire plus au couchant de la lune; c'est le contraire quand la lune va des quadratures aux syzygies. Donc, dans le premier cas, le temps de la haute mer doit précéder les trois heures lunaires; car, d'un côté, l'inertie des eaux donne l'élévation trois heures après le passage de la lune au méridien; et, d'un autre côté, la position respective du soleil et de la lune donne cette élévation, avant le passage de la lune au méridien. Au contraire, et par la même raison, dans le second cas, le temps de la haute marée doit arriver plus tard que les trois heures.

Les différentes marées, qui dépendent des actions particulières du soleil et de la lune, ne peuvent être distinguées les unes des autres; mais elles se confondent ensemble. La marée lunaire est changée tant soit peu par l'action du soleil, et ce changement varie chaque jour, à cause de l'inégalité qu'il y a entre le jour naturel et le jour lunaire.

Comme il arrive quelque retard aux marées par l'inertie et le balancement des eaux, qui conservent quelque temps l'impression qu'elles ont reçue; par la même raison les plus hautes marées n'arrivent pas précisément dans la conjonction et dans l'opposition de la lune,

mais deux ou trois marées après; de même les plus petites marées ne doivent arriver qu'un peu après les quadratures.

Comme dans l'hiver le soleil est un peu plus près de la terre que dans l'été, on observe, en général, que les marées du solstice d'hiver sont plus grandes, toutes choses d'ailleurs égales, que celles du solstice d'été.

Voilà l'explication des principaux phénomènes du *Flux et du Reflux;* les autres ont besoin de calcul, ou demandent quelques restrictions. C'est par le calcul qu'on peut prouver; 1°. Que l'intervalle d'une marée à l'autre est le plus petit dans les syzygies, et le plus grand dans les quadratures : 2°. Que dans les syzygies, l'intervalle des marées est de 24 heures 35 minutes, et qu'ainsi les marées priment de 15 minutes sur le mouvement de la lune : 3°. Qu'au contraire, dans les quadratures, les marées retardent de 35 minutes sur le mouvement de la lune (*Voyez* l'excellente pièce de *Daniel Bernoulli*, sur le *Flux et Reflux de la mer*). 4°. Que l'intervalle moyen entre deux marées consécutives, lequel intervalle est de 24 heures 50 minutes, arrive beaucoup plus près des quadratures que des syzygies; ces différentes loix souffrent quelque altération selon que la lune est apogée ou périgée. *Ibid. chap. vj et vij.* 5°. Que les changemens dans la hauteur des marées sont fort petits, tant aux syzygies qu'aux quadratures; cela doit être en effet, car les marées sont les plus grandes aux syzygies, et les plus petites aux quadratures : or quand des quantités passent par le *maximum*, ou par le *minimum*, elles croissent ou décroissent pour l'ordinaire insensiblement avant et après l'instant où elles passent par cet état. 6°. Que les plus grands changemens dans la hauteur des marées se feront plus près des quadratures que des syzygies.

A l'égard des règles qu'on a établies sur les grandes marées des équinoxes, *Euler* dans ses savantes recherches sur le *Flux et Reflux de la mer*, observe, avec raison, que quand la lune est dans l'équateur, ces règles n'ont lieu que pour les eaux situées sous l'équateur même; c'est ce que la théorie et les observations confirment, comme on le peut voir dans l'ouvrage cité.

Telles seroient régulièrement toutes les marées, si les mers étoient par-tout également profondes; mais les bas-fonds qui se trouvent en certains endroits, et le peu de largeur de certains détroits, où doivent passer les eaux, sont cause de la grande variété que l'on remarque dans les hauteurs des marées : et l'on ne sauroit rendre compte de ces effets, sans avoir une connoissance exacte de toutes les particularités et inégalités des côtes, c'est-à-dire, de la position des terres, de la largeur et de la profondeur des canaux, etc.

Il peut arriver que le *Flux* vienne au même port par plusieurs chemins, et qu'il passe par quelques-uns de ces chemins plus vîte que par les autres : alors le *Flux* paroîtra partagé en plusieurs *Flux* successifs, qui auront des mouvemens différens, et qui ne ressembleront point aux *Flux* ordinaires. Supposons, par exemple, qu'un tel *Flux* soit partagé en deux *Flux* égaux, dont l'un précède l'autre de six heures, et qu'il arrive trois heures ou vingt-sept heures après l'appulse ou le passage de la lune au méridien : si la lune étoit alors dans l'équateur, il y auroit, à six heures d'intervalle, des *Flux* égaux qui seroient détruits par des *Reflux* de la même grandeur; et l'eau seroit, ce jour-là, stagnante pendant vingt-quatre heures.

Si la lune déclinoit vers un pole ou vers l'autre, ces *Flux* seroient dans l'océan alternativement plus grands et plus petits : ainsi, dans ce port, il y auroit alternativement deux plus grands et deux plus petits *Flux* : les deux plus grands feroient acquérir à l'eau une plus grande hauteur, qui se trouveroit dans le milieu de l'intervalle de ces deux *Flux* : et par les deux plus petits, elle acquerroit sa moindre hauteur au milieu de l'intervalle de ces deux plus petits *Flux*; et l'eau acquerroit, dans le milieu de l'intervalle de sa plus grande à sa moindre hauteur, une hauteur moyenne. Ainsi, dans l'espace de vingt-quatre heures, l'eau, dans ce port, ne s'éleveroit pas deux fois, comme elle le fait ordinairement; mais elle n'acquerroit qu'une fois sa plus grande et une fois sa plus petite hauteur.

Si la lune décline vers le pole élevé sur l'horizon,

la plus grande hauteur de l'eau sera la troisième, la sixième et la neuvième heure après l'appulse ou le passage de la lune au méridien ; et si la lune décline vers l'autre pole, le *Flux* se changera en *Reflux*.

Aux embouchures des fleuves, le *Flux* et le *Reflux* sont encore différens ; car le courant du fleuve qui entre dans la mer, résiste au mouvement du *Flux* de la mer, et aide son mouvement de *Reflux ;* et cette cause doit par conséquent faire durer le *Reflux* plus long-temps que le *Flux ;* et c'est aussi ce qui arrive. C'est encore la raison pour laquelle, toutes choses d'ailleurs égales, les plus grands *Flux* arrivent plus tard aux embouchures des fleuves qu'ailleurs.

Nous avons dit ci-dessus que le *Flux* et le *Reflux* dépendoient de la déclinaison de l'astre, et de la latitude du lieu : ainsi sous les poles il ne doit y avoir ni *Flux* ni *Reflux* diurnes ; car la lune étant à-peu-près à la même élévation sur l'horizon pendant vingt-quatre heures, elle ne peut y élever les eaux plus dans un moment que dans l'autre. Mais dans ces régions, la mer a le *Flux* et le *Reflux* qui dépendent de la révolution de la lune autour de la terre chaque mois : ainsi la plus petite marée y arrive quand la lune est dans l'équateur, parce qu'alors elle est dans l'horizon pour les poles; ensuite le *Flux* et le *Reflux* commencent peu-à-peu, à mesure que la lune décline vers le nord ou vers le midi ; et comme elle n'est jamais fort élevée au-dessus de l'horizon de ces climats, la quantité dont elle y élève l'eau est très-petite, et à peine sensible.

FOLLET. (*Feu*) (*Voyez* FEU FOLLET).

FONDATION DE ROME. (*Epoque de la*) (*Voyez* EPOQUE DE LA FONDATION DE ROME).

FONTAINE. Eau vive qui sort de terre, et qui est reçue dans un bassin soit naturel soit artificiel, ou qui coule par des canaux, qui deviennent l'origine des rivières et des fleuves.

Ce qu'il y a de plus intéressant à connoître sur cette matière, c'est la cause et l'origine des *Fontaines ;* et les différentes singularités qu'elles présentent.

Les anciens ont eu sur l'origine des *Fontaines* des opinions si bizarres, si ridicules et si extravagantes que

ce seroit perdre son temps et le faire perdre au lecteur que s'y arrêter. Passons donc tout de suite à des opinions plus raisonnables.

La première chose qui se présente dans cette question, est que les fleuves et les rivières vont se rendre dans des golfes ou dans de grands lacs où ils portent continuellement leurs eaux. Or depuis tant de siècles que ces eaux se rassemblent dans ces grands réservoirs, l'océan et les autres mers auroient débordé de toutes parts et inondé la terre, si les vastes canaux qui s'y déchargent, y portoient des eaux étrangères qui ajoutassent à leur immense volume. Il faut donc que ce soit la mer qui fournisse aux *Fontaines* cette quantité d'eau qui lui rentre; et qu'en conséquenee de cette circulation les fleuves puissent couler perpétuellement, et transporter une masse d'eau considérable, sans trop remplir le vaste bassin qui la reçoit.

Ce raisonnement est un point fixe auquel doivent se réunir toutes les opinions qu'il est possible d'imaginer sur cette matière, et qui se présente d'abord dès qu'on se propose de discuter celles qui le sont déjà. Mais comment l'eau va-t-elle de la mer aux *Fontaines*? Nous savons bien la route qu'elle tient pour retourner des *Fontaines* à la mer, parce que les canaux de conduite sont pour la plupart exposés à la vue du peuple comme des physiciens: mais ces derniers ne sont pas d'accord sur le mécanisme qui reporte l'immense quantité d'eau que les fleuves charrient, dans les réservoirs de leurs *sources*.

Je considère en second lieu que l'eau de la mer est salée, et que celle des *Fontaines* est douce, ou que, si elle est chargée de matières étrangères, on peut se convaincre aisément qu'elle ne les tire pas de la mer. Il faut donc que le mécanisme du transport, ou que nos tuyaux de conduite soient organisés de façon à faire perdre à l'eau de la mer, dans le trajet, sa salure, sa viscosité et son amertume.

En combinant les moyens que les auteurs, qui ont écrit avec le plus de lumière et de sagesse sur l'*origine des Fontaines*, ont essayé d'établir pour se procurer ce double avantage, on peut les rappeler à deux classes

générales. Dans la première sont ceux qui prétendent que les vapeurs qui s'élèvent, par évaporation, de dessus la surface de la mer, emportées et dissoutes dans l'atmosphère, voiturées ensuite par les vents sous la forme de nuages épais et de brouillards, arrêtées par les sommets élevés des montagnes, condensées en rosée, en neige, en pluie, saisissant les diverses ouvertures que les plans inclinés des collines leur offrent pour s'insinuer dans les corps des montagnes ou dans les couches propres à contenir l'eau, s'arrêtent et s'assemblent sur des lits de tuf et de glaise, et forment, en s'échappant par la pente de ces lits et par leur propre poids, une *Fontaine* passagère ou perpétuelle, suivant l'étendue du bassin qui les rassemble, ou plutôt suivant celle des couches qui fournissent au bassin.

Dans la seconde classe sont ceux qui imaginent dans la masse du globe des canaux souterreins, par lesquels les eaux de la mer s'insinuent, se filtrent, se distillent, et vont, en s'élevant insensiblement, remplir les cavernes qui fournissent à la dépense des *Fontaines*. Ceux qui soutiennent cette dernière opinion, l'exposent ainsi. La terre est remplie de grandes cavités et de canaux souterreins, qui sont comme autant d'aqueducs naturels, par lesquels les eaux de la mer parviennent dans des cavernes creusées sous les bases des montagnes. Le feu souterrain fait éprouver aux eaux, rassemblées dans ces espèces de cucurbites, un degré de chaleur capable de la faire monter en vapeurs dans le corps même de la montagne, comme dans le chapiteau d'un alambic. Par cette distillation, l'eau salée dépose ses sels au fond de ces grandes chaudières ; mais le haut des cavernes est assez froid pour condenser et fixer les vapeurs, qui se rassemblent et s'accrochent aux inégalités des rochers, se filtrent à travers les couches de terre entr'ouvertes, coulent sur les premiers lits qu'elles rencontrent, jusqu'à ce qu'elles puissent se montrer en dehors par des ouvertures favorables à un écoulement, ou qu'après avoir formé un amas, elles se creusent un passage et produisent une *Fontaine*.

Cette distillation, cette espèce de laboratoire souterrein est de l'invention de *Descartes (Princip. IV*,

part. §. 64), qui dans les matières de physique, imagina trop, calcula peu, et s'attacha encore moins à renfermer les faits dans de certaines limites, et à s'aider, pour parvenir à la solution des questions obscures, de ce qui étoit exposé à ses yeux. Avant Descartes, ceux qui avoient admis ces routes souterreines, n'avoient pas distillé pour dégager les sels de l'eau de la mer, et il faut avouer que cette ressource auroit simplifié leur échaffaudage, sans le rendre néanmoins plus solide.

Dans la suite, *de la Hire (Mém. de l'Acad. an.* 1703) crut devoir abandonner les alambics comme inutiles, et comme un travail imité de l'art toujours suspect de supposition dans la nature. Il se restreignit à dire qu'il suffisoit que l'eau de la mer parvînt par des conduits souterreins, dans de grands réservoirs placés sous les continens, au niveau de la mer, d'où la chaleur du sein de la terre, ou même le feu central pût l'élever dans de petits canaux multipliés, qui vont se terminer aux couches de la surface de la terre, où les vapeurs se condensent en partie par le froid, et en partie par des sels qui les fixent. C'est pour le dire en passant, une méprise assez singulière de prétendre que les sels qui se dissolvent dans les vapeurs, puissent les fixer. Selon d'autres physiciens, cette même force qui soutient les liqueurs au-dessus de leur niveau dans les tubes capillaires, ou entre des plans contigus, peut considérablement faciliter l'élévation de l'eau marine adoucie. (*Voyez* TUYAU CAPILLAIRE, ATTRACTION). On a fait jouer aussi par supplément l'action du flux et du reflux; on a cru en tirer avantage, en supposant que son impulsion étoit capable de faire monter à une très-grande hauteur, malgré les loix de l'équilibre, les eaux qui circulent dans les canaux souterreins; ils ont cru aussi que le ressort de l'air dilaté par la chaleur souterreine, et qui soulève les molécules du fluide, parmi lesquelles il est dispersé, y entroit aussi pour beaucoup.

La distillation imaginée par *Descartes* avoit pour but de dessaler l'eau de la mer, et de l'élever au-dessus de son niveau; mais ceux qui se sont contentés de la

faire filtrer au travers des lits étroits et des couches de la terre, comme *de la Hire*, ont cru, avec l'aide de la chaleur, obtenir le même avantage, et ils se sont fait illusion. 1°. L'eau de la mer que l'on veut faire monter par l'action des canaux capillaires, formés entre les interstices des sables ou autres terres, ne produit jamais aucun écoulement, parce que les sables et les terres n'attirent point les eaux douces ou salées en assez grande quantité pour produire cet effet. *Perrault* (*Origin. des Font. pag.* 154) prit un tuyau de plomb d'un pouce huit lignes (45 millimètres) de diamètre, et de deux pieds (650 millimètres) de long; il attacha un réticule de toile par le bas, et l'emplit de sable de rivière sec et passé au gros sas : ce tuyau ayant été placé perpendiculairement dans un vase d'eau, à la profondeur de quatre lignes (9 millimètres), le liquide monta à 18 pouces (427 millimètres) dans le sable. *Boyle*, *Haukesbée* et *de la Hire* ont fait de semblables expériences, et l'eau s'est élevée de même à une hauteur considérable; mais *Perrault* alla plus loin; il fit à son tuyau de plomb une ouverture latérale de sept à huit lignes (15 à 18 millimètres) de diamètre, et à deux pouces (54 millimètres) au-dessus de la surface de l'eau du vase. A cette ouverture, il adapta dans une situation inclinée, un tuyau aussi plein de sable, et y plaça un morceau de papier gris qui débordoit vers l'orifice inférieur. L'eau pénétra dans cette espèce de gouttière et dans le papier gris; mais il n'en tomba aucune goutte par ce canal, on n'en put même exprimer, en pressant avec les doigts le papier gris mouillé. Tout cet équipage tiré hors du vase, ne produisit aucun écoulement; il n'avoit lieu que lorsqu'on versoit de l'eau par le haut du tuyau; et le tuyau ayant été rempli de terre au lieu de sable, on n'apperçut aucun écoulement; et la terre absorboit plus d'eau que le sable, quand on en versoit par le haut; ce qui a été observé depuis par *Réaumur*. Il paroît qu'il faut, pour pénétrer la terre, une quantité d'eau égale au tiers de sa masse.

Perrault soumit à la même expérience de l'eau salée; les sables contractoient d'abord un certain degré de

salure et l'eau diminuoit un peu son amertume; mais lorsque les couloirs s'étoient un peu chargés de sels, l'eau qui s'y filtroit, n'en déposoit plus, et d'ailleurs des percolations réitérées au travers de cent différentes matières sablonneuses, n'ont point entièrement dessalé l'eau de la mer; voilà des faits très-destructifs des suppositions précédentes. On peut ajouter à ces expériences d'autres faits aussi décisifs. Si l'eau se dessaloit par filtration, moins elle auroit fait de trajet dans les couches terrestres, et moins elle seroit dessalée : or on trouve des *Fontaines* et même des puits d'eau douce, sur les bords de la mer, et des sources même dans le fond de la mer : il est vrai que, quand les eaux de la mer pénètrent dans les sables, en se réunissant aux pluies, elles produisent un mèlange saumâtre et salin; mais il suffit qu'on trouve des eaux douces dans des *Fontaines* abondantes et dans des puits voisins de la mer, pour que l'on puisse soutenir que les eaux de la mer n'y sont pas arrivées par une filtration souterreine. On n'alléguera pas sans doute les eaux salées, puisqu'il s'en trouve au milieu des terres, comme en Alsace, en Franche-Comté, à Salins; et d'ailleurs il est certain que cette eau n'est salée que parce qu'elle dissout des mines de sel.

En général, on peut opposer à l'hypothèse, que nous venons de décrire, plusieurs difficultés très-fortes.

1°. On suppose fort gratuitement des passages libres et ouverts, depuis le lit de la mer jusqu'au pied des montagnes. On n'a pu prouver, par aucun fait, l'existence de ces canaux souterreins; on a plutôt prouvé le besoin que l'on en a, que leur réalité ou leur usage. Comment concevoir que le lit de la mer soit criblé d'ouvertures, et la masse du globe toute percée de canaux souterreins? Voyons-nous que la plupart des lacs et des étangs perdent leurs eaux autrement que par des couches de glaise? Le fond de la mer est tapissé et recouvert d'une matière visqueuse, qui ne lui permet pas de s'extravaser aussi facilement et aussi abondamment qu'il est nécessaire de le supposer, pour disperser avec autant de profusion les *Fontaines* sur la

surface des îles et des continens. Quand même la terre se pénétreroit d'eau en certaines couches de son fond à une profondeur assez considérable, on ne peut en conclure la filtration de ses eaux dans la masse du globe. Prétendre, outre cela, que les gouffres qui paroissent absorber l'eau de la mer, soient les bouches de ces canaux souterreins, c'est s'attacher à des apparences pour le moins incertaines, comme nous le verrons par la suite.

On n'a pas plus de lumières sur ces grands réservoirs ou ces immenses dépôts, qui, selon quelques auteurs, fournissent l'eau à une certaine portion de la surface du globe, sur ces lacs souterreins, décrits dans *Kircher* (*Mund. Subterr.*), sous le nom d'*Hydrophilacia*, et dont il a cru devoir donner des plans pour rassurer la crédulité de ceux qui seroient portés à ne les pas adopter sur sa parole.

2°. Quand leur existence seroit aussi certaine qu'elle est douteuse à ceux qui n'imaginent pas gratuitement, il ne s'ensuivroit pas que les lacs eussent une communication avec la mer. Les lacs souterreins que l'on a découverts, sont d'eau douce : au surplus, ils tirent visiblement leurs eaux des couches supérieures de la terre. On observe constamment toutes les fois qu'on visite des souterreins, que les eaux se filtrent au travers de l'épaisseur de la croûte de la terre qui leur sert de voûte. Lorsqu'on fait un étalage de ces cavernes fameuses, par lesquelles on voudroit nous persuader l'existence et l'emploi de ces réservoirs souterreins, on nous donne lieu de recueillir des faits très-décisifs contre ces suppositions; car la caverne de Baumanuia, située dans les montagnes de la forêt d'Hircinie, celle de Podpetschio dans la Carniole, celle de la Kiovie, de la Podolie, toutes celles que *Scheuchzer* a eu lieu d'examiner dans les Alpes, celles qu'on trouve en Angleterre, sont la plupart à sec, et l'on y remarque tout au plus quelques filets d'eau qui viennent des voûtes, et des congélations formées par les dépôts successifs des eaux, qui se filtrent au travers des couches supérieures. La forme des fluors, la configuration des stalactiles en cul-de-lampe, annoncent la direction des eaux

gouttières. Ces filets d'eau et ces espèces de courans tarissent par la sécheresse, comme on l'a remarqué dans les caves de l'Observatoire et dans la grotte d'Arcy, en Bourgogne, dans laquelle il passe en certain temps une espèce de torrent qui traverse une de ses cavités. Si l'on examine l'eau des puits et des sources, on trouvera qu'elle a des propriétés dépendantes de la nature des couches de terre supérieures au bassin qui contient les eaux. Dans la ville de Modène et à quatre milles aux environs, en quelqu'endroit que l'on fouille, lorsqu'on est parvenu à la profondeur de 63 pieds (20 ½ mètres), et qu'on a percé la terre, l'eau jaillit avec une si grande force, qu'elle remplit les puits en peu de temps, et qu'elle coule même continuellement par-dessus les bords. Or cet effet indique un réservoir supérieur au sol de Modène, qui élève l'eau de ses puits au niveau de son terrein, et qui, par conséquent, doit être placé dans les montagnes voisines. Et n'est-il pas plus naturel qu'il soit le produit des pluies qui tombent sur les collines et les montagnes de Saint-Pélerin, que de supposer un effort de filtration ou de distillation des eaux de la mer, qui ait guindé ces eaux à cette hauteur, pour les faire remonter au niveau du sol de Modène? Ainsi on n'a aucun fait qui établisse des évaporations, des distillations, ou des percolations du centre du globe à la circonférence; mais au contraire, toutes les observations nous font remarquer des filtrations dans les premières couches du globe.

3°. Les merveilleux alambics, la chaleur qui entretient leur travail, le froid qui condense leurs vapeurs, la direction du cou du chapiteau ou des aludels d'ascension, qui doit être telle qu'elle empêche les vapeurs de retomber dans le fond de la cucurbite, et de produire par-là une circulation infructueuse; combien de suppositions pour réunir tous ces avantages; comment le feu seroit-il assez violent pour changer en vapeurs cette eau salée et pesante qu'on tire de la mer, et la faire monter jusqu'aux premières couches de la terre? Le degré de chaleur qu'on a eu lieu d'observer dans les souterreins, n'est pas capable de produire ces effets.

Quelle accélération dans le travail, et quelle capacité dans l'alambic n'exigeroit pas la distillation d'une source aussi abondante que celles qu'on rencontre assez ordinairement ! L'eau réduite en vapeurs à la chaleur de l'eau bouillante, occupant un espace 14000 fois plus grand, les eaux réduites en vapeurs et comprimées dans les cavernes, sont plus capables de produire des agitations violentes que des distillations. D'ailleurs, si le feu est trop violent dans les souterreins, l'eau sortira salée de la cucurbite, etc.

4°. Après une certaine interruption de pluies, la plupart des *Fontaines* ou tarissent ou diminuent considérablement ; et l'abondance reparoît dans leur bassin, après des pluies abondantes ou la fonte des neiges. Or si un travail souterrein fournit d'eau les réservoirs des sources, que peut opérer la température extérieure pour en ralentir ou en accélérer les opérations ? Il est vrai que certains Physiciens ne disconviennent pas que les eaux pluviales ne puissent, en se joignant au produit des canaux souterreins, former, après leur réunion, une plus grande abondance d'eau dans les réservoirs, et y faire sentir un déchet considérable par leur soustraction ; mais, après cet aveu, ils ne peuvent se dissimuler que les eaux de pluie n'influent très-visiblement dans les écoulemens des *Fontaines*, et que cet effet ne soit une présomption très-forte pour s'y borner, si le produit des pluies suffit à l'entretien des sources, comme nous le ferons voir par la suite. *Woodward* prétend qu'il y a, lors des pluies, moins de dissipation dans les couches du globe, où se rassemblent les eaux évaporées de l'abîme par leur feu central, et que la sécheresse fournit une transpiration abondante de ces vapeurs. Ceci seroit recevable, si la circulation des eaux, dans les couches qui peuvent ressentir les différens effets de l'humidité et de la sécheresse, ne se faisoit pas de la circonférence au centre, ou dans la direction des couches qui contiennent les eaux.

5°. Pourquoi l'eau de la mer iroit-elle chercher le centre, ou du moins les endroits les plus élevés des continens, pour y entretenir les *Fontaines ? Descartes*

nous répondra qu'il y a sous ces montagnes et sous ces endroits élevés des alambics ; mais de la mer à ces prétendus alambics, quelle correspondance a-t-il établie? Ne seroit-il pas plus naturel que les sources fussent plus abondantes sur les bords de la mer que dans le centre des terres; et dans les plaines que dans les pays montueux? outre qu'on ne remarque pas cette disposition dans les sources, la grande quantité de pluie qui tombe sur les bords de la mer, seroit la cause naturelle de cet effet, si le terrein étoit favorable aux sources.

6°. Il reste enfin une dernière difficulté. 1°. Le résidu des sels dont l'eau se dépouille, ou par distillation, ou par filtration, ne doit-il pas avoir formé des obstructions dans les canaux souterreins, et avoir enfin comblé depuis long-temps tous les alambics?

2°. La mer, par ses dépôts, n'a-t-elle pas dû perdre une quantité prodigieuse de ses sels? Pour donner une idée de ces deux effets, il faut apprécier la quantité de sel que l'eau de la mer auroit déposée dans les cavités, et dont elle se seroit réellement appauvrie. Il paroit, par les expériences de *Marsigly*, de *Halley* et de *Hales*, qu'un kiliogramme d'eau de la mer, tient en dissolution 31 $\frac{1}{4}$ grammes de sel, c'est-à-dire, un trente-deuxième de son poids : ainsi trente-deux kiliogrammes d'eau produisent un kiliogramme de sel, et soixante-quatre en donneront deux. Le décimètre cube ou le litre, pesant un kiliogramme, 32 litres d'eau de la mer doivent tenir un kiliogramme de sel, et doivent le déposer avant de parvenir à la source d'une rivière, sans quoi l'eau n'en seroit pas douce. Or si, suivant la détermination de *Mariotte*, il passe, sous les ponts de Paris 9862105227 litres (288000000 pieds cubes) d'eau en vingt-quatre heures, cette quantité d'eau aura déposé sous terre 308190788 kiliogrammes (63005887 livres 13 onces 4 gros 68 grains) de sel.

Cependant, comme ceux qui admettent la circulation intérieure de l'eau de la mer, conviennent que les pluies grossissent les rivières, nous réduisons ce produit à la moitié : ainsi l'eau de la Seine laisse chaque jour dans les entrailles de la terre plus de 154 millions de kiliogrammes de sel, et nous aurons plus de 56210 mil-

lions de kiliogrammes pour l'année : mais qu'est-ce que la Seine, comparée avec toutes les rivières de l'Europe, et enfin du monde entier? Quel amas prodigieux de sel aura donc formé dans des canaux souterreins, la masse immense d'eau que les fleuves et les rivières déchargent dans la mer depuis tant de siècles!

Il y a certaines expériences fondamentales sur lesquelles toute une question est appuyée; il faut les faire, si l'on veut raisonner juste sur cet objet; autrement tous les raisonnemens sont des spéculations en l'air. Du nombre de ces expériences principales, est l'observation de la quantité de pluie qui tombe sur la terre; et celle de la quantité d'évaporation.

De là dépend la théorie des *Fontaines*, celle des rivières, des vapeurs, et de plusieurs autres sujets aussi curieux qu'intéressans, dont il est impossible de rien dire de positif, sans les précisions que les seuls faits peuvent donner : la plupart de ceux qui ont travaillé sur cette partie de la physique, se sont attachés à ces déterminations fondamentales. Le père *Labée*, Jésuite, tourna ses vues de ce côté-là. *Wren*, au commencement de l'établissement de la société royale, pour faire ces expériences, imagina une machine qui se vidoit d'elle-même, lorsqu'elle étoit pleine d'eau; et qui marquoit, par le moyen d'une aiguille, combien de fois elle se vidoit. *Mariotte, Perrault, de la Hire*, et enfin toutes les académies et les divers physiciens, ont continué à s'assurer, suivant la diversité des climats et la différente constitution de chaque année, de la quantité d'eau pluviale. Il ne paroît pas qu'on se soit attaché à mesurer, avec autant d'attention, celle de l'eau évaporée, ou celle de la dépense des rivières en différens endroits. Au défaut de ces déterminations locales, nous pouvons nous borner à des estimes générales, avec les restrictions qu'elles exigent.

Ces réflexions nous conduisent naturellement à l'hypothèse, qui rapporte l'entretien des *Fontaines* aux pluies. Pour établir cette opinion, et prouver que les pluies, les neiges, les brouillards, les rosées, et généralement toutes les vapeurs qui s'élèvent, tant de la mer que des continens, sont les seules causes qui entretiennent

les

les *Fontaines*, les puits, les rivières, et toutes les eaux qui circulent dans l'athmosphère, à la surface, et dans les premières couches du globe; toute la question se réduit à constater, 1°. si les vapeurs qui s'élèvent de la mer, et qui se résolvent en pluies, sont suffisantes pour fournir d'eau la superficie des continens et le lit des fleuves. 2°. Si l'eau pluviale peut pénétrer les premières couches de la terre, s'y rassembler, et former des réservoirs assez abondans pour entretenir les *Fontaines*. Toutes les circonstances qui accompagnent ce grand phénomène, du commerce perpétuel de l'eau douce avec de l'eau de la mer, s'expliqueront naturellement, après l'établissement de ces deux points importans.

§. I. Pour mettre la première proposition dans tout son jour, il ne faut que déterminer par le calcul, la quantité d'eau qui peut s'élever de la mer par évaporation, celle qui tombe en pluie, en neige, etc. et enfin celle que les rivières déchargent dans la mer : et au cas que les deux premières quantités surpassent la dernière, la question est décidée.

La quantité de vapeurs qui s'élèvent de la mer, a été appréciée par *Halley*, *transact. philosophiq.* N°. 189. Il a trouvé, par des observations assez précises, que l'eau salée au même degré que l'est ordinairement l'eau de la mer, c'est-à-dire, celle qui a dissous une quantité de sel égale à la trente-deuxième partie de son poids, et exposée à un degré de chaleur égal à celui qui règne dans nos étés les plus chauds, perd par évaporation la soixantième partie d'un pouce ($\frac{41}{100}$ de millimètre) d'eau en deux heures. Ainsi la mer perd une superficie d'un dixième de pouce ($2\frac{7}{10}$ millimètres) en douze heures.

Nous devons observer ici que, plus l'eau est profonde, plus est grande la quantité de vapeurs qui s'en élèvent, toutes les autres circonstances restant les mêmes. Ce résultat établi par des expériences d'*Halley*, de *Kraft* et *Richmann* (*Mém. de Pétersbourg*, 1749.) détruit absolument une prétention de *Kuhn*, qui soutient, sans preuves, que le produit de l'évaporation diminue comme la profondeur de l'eau augmente.

En nous attachant aux résultats de *Halley*, et après avoir déterminé la surface de l'océan ou de quelques-

uns de ses golfes, ou d'un grand lac, comme la mer Caspienne et la mer Morte, on peut connoître combien il s'en élève de vapeurs.

Car une surface de dix pouces quarrés (73 $\frac{1}{4}$ centimètres quarrés) perd tous les jours un pouce cubique (environ 20 centimètres cubes) d'eau; un degré quarré, trente-trois millions de tonnes. En faisant toutes les réductions des irrégularités du bassin de la mer Méditerranée, ce golfe a environ quarante degrés de longueur sur quatre de largeur; et son étendue superficielle est de cent soixante degrés quarrés; par conséquent toute la Méditerranée, suivant la proportion établie ci-devant, doit perdre en vapeurs pour le moins 5280000000 tonnes d'eau en douze heures, dans un beau jour d'été.

A l'égard de l'évaporation causée par les vents, qui peut entrer pour beaucoup dans l'élévation des vapeurs et leur transport, il n'y a rien de fixe; et nous pécherons plutôt par défaut que par excès, en ne comprenant point ces produits dans notre évaluation.

En donnant à la mer Caspienne trois cents lieues de longueur et cinquante lieues de largeur, toute la superficie sera de quinze mille lieues quarrées de vingt-cinq au degré, et par conséquent de vingt-quatre degrés quarrés. On aura sept cent quatre-vingt douze millions de tonnes d'eau, qui s'évaporent par jour de toute la surface de la mer Caspienne : le lac Aral, qui a cent lieues de longueur sur cinquante de largeur, ou huit degrés quarrés, perd deux cent soixante-quatre millions de tonnes d'eau. La mer Morte, en Judée, qui a 72 milles de long sur dix-huit milles de large, doit perdre tous les jours près de neuf millions de tonnes d'eau.

La plupart des lacs n'ont presque d'autres voies que l'évaporation pour rendre l'eau que des rivières très-considérables y versent. Tels sont le lac de Morago en Perse, celui de Titicaca en Amérique, tous ceux de l'Afrique, qui reçoivent les rivières de la Barbarie qui se dirigent au sud.

Pour avoir une idée de la masse immense du produit de l'évaporation qui s'opère sur toute la mer, nous supposerons la moitié du globe couverte par la mer, et l'autre partie occupée par les continens et les îles;

la surface de la terre étant de 171981012 milles quarrés d'Italie, à 60 au degré, la surface de la mer sera de 85990506 milles quarrés; ce qui donnera 4701978600000 de tonnes d'eau par jour.

En comparant maintenant cette quantité d'eau avec celle que les fleuves y portent chaque jour, on pourra voir quelle proportion il y a, entre le produit de l'évaporation et la quantité d'eau qui rentre dans le bassin de la mer par les fleuves. Pour y parvenir, nous nous attacherons au Pô, dont nous avons des détails assurés. Ce fleuve arrose un pays de 380 milles de longueur; sa largeur est de cent perches de Bologne ou de mille pieds (325 mètres), et sa profondeur de 10 pieds ($3\frac{1}{4}$ mètres) (Riccioli. *Geog. reformat.*). Il parcourt quatre milles en une heure, et il fournit à la mer vingt mille perches cubiques d'eau en une heure, ou 4800000 en un jour. Mais un mille cubique contient 125000000 perches cubiques; ainsi le Pô décharge en vingt-six jours un mille cubique d'eau dans la mer.

Resteroit à déterminer quelle proportion il y a entre le Pô et toutes les rivières du globe; ce qui est impossible : mais, pour le savoir à-peu-près, supposons que la quantité d'eau portée à la mer par les grandes rivières de tous les pays, soit proportionnelle à l'étendue et à la surface de ces pays; ce qui est très-vraisemblable, puisque les plus grands fleuves sont ceux qui parcourent une plus grande étendue de terrein : ainsi le pays arrosé par le Pô et par les rivières qui y tombent de chaque côté, reçoit les eaux qui viennent des sources ou des torrens qui se ramifient à 60 milles de distance du canal principal. Ainsi ce fleuve et les rivières qu'il reçoit, arrosent ou plutôt épuisent l'eau d'une surface de 380 milles de long sur 120 milles de large; ce qui forme en tout 45600 milles quarrés. Mais la surface de toute la partie sèche du globe est, suivant que nous l'avons supposée, de 85990506 milles quarrés; par conséquent, la quantité d'eau que toutes les rivières portent à la mer, sera 1874 fois plus considérable que la quantité d'eau fournie par le Pô. Or ce fleuve porte à la mer 4800000 perches cubiques d'eau; la mer recevra donc de tous les fleuves de la terre

8995200000 perches cubiques dans le même temps : ce qui est bien moins considérable que l'évaporation que nous avons déduite de l'expérience. Car il résulte de ce calcul, que la quantité d'eau enlevée par évaporation de dessus la surface de la mer, et transportée par les vents sur la terre, est d'environ 245 lignes ou de 20 pouces cinq lignes (552 $\frac{1}{2}$ millimètres) par an, et des deux tiers d'une ligne (1 $\frac{1}{2}$ millimètre) par jour ; ce qui est un très-petit produit, en comparaison d'un dixième de pouce (2 $\frac{7}{10}$ millimètres) que l'expérience nous donne. On voit bien qu'on peut la doubler, pour tenir compte de l'eau qui retombe sur la mer, et qui n'est pas transportée sur les continens, ou bien de celle qui s'élève en vapeurs de dessus la surface des continens, pour retomber en pluie dans la mer. Toutes ces raisons de compensation mettront, entre la quantité d'eau que la mer perd par évaporation et celle qui lui rentre par les fleuves, une juste proportion. *Hist. Nat. Tom. I.*

Si nous faisons l'application de ces calculs à quelques golfes particuliers, on peut approcher encore plus de cette égalité de pertes et de retours ; la Méditerranée, par exemple, reçoit neuf rivières considérables, l'Ebre, le Rhône, le Tibre, le Pô, le Danube, le Niester, le Boristhène, le Don et le Nil. Nous supposerons, après *Halley*, chacune de ces rivières dix fois plus fortes que la Tamise, afin de compenser tous les petits canaux qui se rendent dans le bassin de ce golfe ; or la Tamise, au pont de Kingston, où la marée monte rarement, a cent aunes (119 mètres) de large et trois aunes (3 $\frac{17}{100}$ mètres) de profondeur ; ses eaux parcourent deux milles par heure : si donc on multiplie cent aunes par trois, et le produit trois cents aunes quarrées par quarante-huit milles ou 84480 aunes quarrées que la Tamise parcourt en un jour ; le produit sera de de 25344000 aunes cubiques d'eau, ou 20300000 tonnes que la Tamise verse dans la mer. Mais si chacune des neuf rivières fournit dix fois autant d'eau que la Tamise, chacune d'elles portera donc tous les jours dans la Méditerranée deux cent trois millions de tonnes par jour. Or cette quantité ne fait guère plus que le tiers de ce qu'elle en perd par l'évaporation. Bien loin

de déborder par l'eau des rivières qui s'y déchargent, ou d'avoir besoin de canaux souterreins qui en absorbent les eaux, cette mer seroit bientôt à sec, si les vapeurs qui s'en exhalent n'y retomboient en grande partie par le moyen des pluies et des rosées.

Comme la mer Noire reçoit elle seule presque autant d'eau que la Méditerranée, elle ne peut contenir toute la quantité d'eau que les fleuves y versent; elle en décharge le superflu dans la mer de Grèce, par les détroits de Constantinople et des Dardanelles. Il y a aussi un semblable courant dans le détroit de Gibraltar; ce qui compense aussi, en bonne partie, ce que l'évaporation enlève de plus que le produit des fleuves. Comme la mer Noire perd insensiblement plus d'eau salée qu'elle n'en reçoit, en supposant que les fleuves y en portent une certaine masse, cette déperdition successive doit diminuer la salure de la mer Noire, à moins qu'elle ne répare cette perte, en dissolvant quelques mines de sel.

Il est aisé de faire voir que les grands lacs, comme la mer Caspienne et le lac Aral, ne reçoivent pas plus d'eau qu'il ne s'en évapore de dessus leur surface. Nulle nécessité d'ouvrir des canaux souterreins de communication avec le golfe Persique. Le Jourdain fournit à la mer Morte environ six millions de tonnes d'eau par jour; elle en perd neuf par évaporation; les trois millions de surplus peuvent lui être aisément restitués par les torrens, qui s'y précipitent des montagnes de Moab et autres qui environnent son bassin, et par les vapeurs et les pluies qui y retombent.

Il est donc prouvé par tous ces détails, que l'océan et ses différens golfes, ainsi que les grands lacs, perdent par évaporation une plus grande quantité d'eau que les fleuves et les rivières n'en déchargent dans ces grands bassins; maintenant il ne nous reste qu'à fortifier cette preuve, en comparant ce qui tombe de pluie sur la terre avec les produits de l'évaporation, et avec la dépense des fleuves.

Il résulte des observations faites par l'Académie des Sciences pendant une suite considérable d'années, que la quantité moyenne de la pluie, qui tombe à Paris,

est de dix-huit à dix-neuf pouces ($\frac{1}{2}$ mètre) de hauteur chaque année. La quantité est plus considérable en Hollande et le long des bords de la mer; et en Italie, elle peut aller à quarante-cinq pouces (1 $\frac{1}{4}$ mètre). Nous réduisons la totalité à trente pouces (812 millimètres); ce qui se trouve excéder la détermination de la dépense des fleuves, que nous avons déduite ci-devant d'une évaluation assez grossière. Mais nous remarquerons qu'il tombe beaucoup plus de pluie qu'il n'en entre dans les canaux des rivières et des fleuves, et qu'il ne s'en rassemble dans le réservoir des sources; parce que l'évaporation agit sur la surface des terres, et enlève une quantité d'eau assez considérable, qui retombe le plus souvent en rosées, ou qui entre dans la dépense des végétaux.

§. II. Il nous reste à établir la pénétration de l'eau pluviale dans les premières couches de la terre. Je conviens d'abord qu'en général les terres cultivées ou incultes, les terreins plats et montueux ne s'imbibent d'eau ordinairement qu'à la profondeur de deux pieds. On observe aussi la même impénétrabilité sous les lacs ou sous les étangs, dont l'eau ne diminue guère que par évaporation.

Mais cependant quelque parti que l'on prenne sur cette matière, on est forcé par des faits incontestables d'admettre cette pénétration. Car les pluies augmentent assez rapidement le produit des sources; leurs eaux grossissent et se troublent; et leur cours se soutient dans une certaine abondance après les pluies. Ainsi il faut avouer que l'eau trouve des issues assez favorables pour qu'elle parvienne à une profondeur égale à celles des réservoirs de ces sources: ce qui établit incontestablement une pénétration de l'eau de pluie capable d'entretenir le cours perpétuel ou passager de toutes les *Fontaines*, si la quantité d'eau pluviale est suffisante, comme nous l'avons prouvé d'après les observations. Combien de *Fontaines* qui coulent en mai et tarissent en septembre au pied de ces montagnes couvertes de neige? Certains amas de neige se fondent en été, quand le soleil darde dessus ses rayons; et on remarque alors, sur les croupes, des

écoulemens abondans dans certaines sources pendant quelques heures du jour, et même à plusieurs reprises, si le soleil ne donne sur ces neiges qu'à quelques heures différentes de la journée. Le reste du temps, ces neiges étant à l'ombre des pointes de rochers qui interceptent la chaleur du soleil, elles ne fondent point : ces alternatives prouvent une pénétration prompte et facile. Combien de puits très-profonds tarissent ou diminuent par la sécheresse? Les eaux de pluie pénètrent donc les terres assez profondément pour les abreuver; et il ne paroît pas que les *Fontaines* qui tarissent, ou qui sont sensibles à la sécheresse et aux pluies, aient un réservoir moins profond, ou un cours moins abondant que celles qui coulent perpétuellement sans altération. Les *Fontaines* peuvent être divisées en trois classes : les *uniformes*, les *intermittentes* et les *intercalaires*.

Les *uniformes* ont un cours soutenu, égal et continuel, et produisent, du moins dans certaines saisons, la même quantité d'eau.

Les *intermittentes* sont celles dont l'écoulement cesse, et reparoît à différentes reprises, en un certain temps. Les anciens les ont connues. (*Voyez Pline, Lib. II, cap.* 103.

Les *intercalaires* sont celles dont l'écoulement, sans cesser entièrement, éprouve des retours d'augmentation et de diminution, qui se succèdent après un temps plus ou moins considérable.

Les *Fontaines* des deux dernières classes se nomment en général *périodiques*. Dans les intermittentes, la période se compte du commencement d'un écoulement ou d'un flux à celui qui lui succède ; de sorte qu'elle comprend le temps du flux, et celui de l'intermission. La période des intercalaires est renfermée dans l'intervalle qu'il y a entre chaque retour d'augmentation, que l'on nomme *accès* : en sorte qu'elle comprend la durée de l'accès et le repos ou l'intercalaison, dans laquelle l'écoulement parvient quelquefois à une uniformité passagère. Quelquefois aussi on n'y remarque aucun repos ou intercalaison, mais leur cours n'est proprement

qu'une augmentation et une diminution successive d'eau.

Si l'interruption dure trois, six ou neuf mois de l'année, les *Fontaines* qui l'éprouvent se nomment *Temporaires (Temporales* ou *Temporariæ)*; et en particulier, *Maiales (Majales)* lorsque leur écoulement commence aux premières chaleurs, vers le mois de *mai* (floréal), à la fonte des neiges, et qu'il finit en automne.

Les *Fontaines* véritablement intermittentes, qui ont attiré l'attention du peuple et des Philosophes, sont celles dont l'intermission ne dure que quelques heures ou quelques jours.

Je crois qu'on peut rapporter à la classe des intercalaires, les *Fontaines uniformes*, qui éprouvent des accroissemens assez subits et passagers, après de grandes pluies, ou par la fonte des neiges.

Enfin plusieurs *Fontaines* présentent dans leurs cours des modifications, qui les font passer successivement de l'uniformité à l'intermittence, et de l'intermittence à l'intercalaison, et revenir ensuite à l'uniformité par des nuances aussi marquées. Nous expliquerons tous ces différens phénomènes : et nous tâcherons de donner les dénouemens de ces bizarreries apparentes.

Pour expliquer le mécanisme des *Fontaines* périodiques, soit intermittentes, soit intercalaires, on a supposé des réservoirs et des siphons dans les entrailles de la terre. Et ces suppositions sont fondées sur l'inspection attentive de l'organisation que le globe présente en plusieurs endroits à sa surface. On rencontre dans les provinces de Derby et de Galles, en Angleterre, dans le Languedoc, dans la Suisse, des cavernes, dont les unes donnent passage aux eaux qui abordent de toutes parts, et d'autres les rassemblent et ne les versent qu'après avoir été remplies. Les coupes de ces cavernes qui s'offrent à découvert aux yeux des observateurs dans les pays montueux, nous autorisent à en placer au sein des collines, où se trouvent les *Fontaines* périodiques.

Quant aux siphons dont le jeu n'est pas moins nécessaire, nous les admettons avec autant de fondement.

Dans les premières couches de la terre, on observe, comme nous l'avons remarqué ci-devant, des courbures très-propres à donner aux couches qui contiennent les eaux pluviales, la forme d'un siphon; et d'ailleurs certaines lames de terre étant facilement emportées par des filtrations reitérées, les parois des couches supérieures et inférieures formeront une cavité ou un tuyau de conduite, qui voiturera l'eau, comme les branches d'un siphon cylindrique. De cette sorte, le siphon sera un assemblage de petits conduits recourbés, pratiqués entre les couches de glaise, ou bien entre des rochers fendus et entr'ouverts, suivant une infinité de dispositions.

Je conçois même que les siphons doivent se rencontrer précisément dans un endroit rempli de cavernes propres à faire l'office de réservoir. Supposons que les couches inclinées *A B* (*Pl. LXXXIV, fig.* 78.), n'étant point soutenues depuis *C* jusqu'en *D*, parce qu'il y a au-dessous une caverne *C E D*, se soient affaissées insensiblement, et qu'elles aient quitté leur première direction et pris la situation *C F*; alors les couches inférieures *A C*, avec *C F*, forment un siphon, dont les parties *C F* n'atteignent pas le fond de la caverne; et les autres, vers *A*, descendent plus bas que ce fond. Mais les portions supérieures des couches vers *B*, conservant leur situation inclinée et leur ouverture en *D*, formée par l'interruption des couches *C F* affaissées, pourront verser de l'eau dans la caverne. On voit par-là que la courbure du siphon en *C* est moins élevée que l'ouverture des couches qui fournissent l'eau, ce qui est essentiel pour le jeu du siphon.

Maintenant donc la cavité *C E D* recevant l'eau, qui coule entre les couches entr'ouvertes en *D*, et qui s'y décharge avec plus ou moins d'abondance, se remplira jusqu'à ce qu'elle soit parvenue à la courbure du siphon en *C*; alors le siphon jouant, commence à épuiser l'eau de la caverne, et il cesse lorque l'eau est descendue au-dessous de l'orifice de la plus courte jambe en *F*. Le jeu du siphon recommencera dès que l'eau, fournie par les couches *D*, aura rempli la cavité au niveau de la courbure *C*. Cet écoulement sera suivi d'une inter-

mission, et l'intermission d'un nouvel écoulement, qui se succéderont toujours dans le même ordre périodique, tant que le canal d'entretien *D* fournira la même quantité d'eau. En sorte que, si le siphon décharge son eau dans des couches qui soient interrompues en *A*, ou dans un réservoir à cet endroit de la surface de la terre, il se formera une *Fontaine périodique. (Voyez* SIPHON*).*

On conçoit aisément que, de la combinaison des siphons, des réservoirs et des canaux d'entretien, il doit résulter des variations infinies dans l'écoulement des *Fontaines périodiques*, dont il suffit d'indiquer ici les plus singulières; en un mot, celles que la nature nous offre en plusieurs endroits.

Fontaines intermittentes. Pour qu'une *Fontaine* soit intermittente, il est nécessaire, que le siphon *A C F* entraine plus d'eau que ne fournit le canal d'entretien *D*. Car si ce dernier canal en décharge dans le réservoir autant que le siphon en peut vider, l'écoulement du siphon sera continuel, parce que l'eau se soutiendra dans la caverne toujours à la même hauteur; et la *Fontaine*, formée par le produit du siphon en *A*, aura un cours uniforme.

De ce principe et de la supposition du mécanisme précédent, nous tirons plusieurs conséquences, capables de nous guider dans l'appréciation des différentes variétés des *Fontaines* intermittentes.

1°. Le temps de l'intermission ou de l'intervalle de deux écoulemens est toujours égal à celui qu'emploie le canal d'entretien à remplir le bassin de la caverne, depuis l'orifice de la petite jambe du siphon *F* jusqu'à sa courbure *C*.

2°. L'écoulement est composé de la quantité d'eau contenue dans le réservoir, laquelle s'y étoit amassée pendant l'intermission, et de celle que produit le courant d'entretien *D*, pendant tout le temps que le siphon joue.

3°. Ainsi, connoissant le temps précis de l'écoulement et de l'intermission, on en tirera le rapport du produit du canal intérieur à la dépense du siphon. On voit effectivement que l'eau étant supposée couler avec une égale vîtesse par le canal d'entretien et par le siphon,

le calibre du siphon est à celui du canal d'entretien, comme le temps de la période entière est à celui de l'écoulement, car le siphon vide pendant le seul temps de l'écoulement, l'eau que le canal d'entretien fournit pendant l'intermission et l'écoulement. Or il est évident que les calibres de deux canaux, par lesquels l'eau coule avec la même vîtesse, et qui versent la même quantité d'eau en temps inégaux, sont entr'eux dans le rapport inverse des temps.

4°. Le temps de l'écoulement et celui de l'intermission formant la période, la connoissance de la période et de l'écoulement donnera l'intermission; et de même la détermination de la période et de l'intermission décide de la durée de l'écoulement.

5°. Si le canal d'entretien augmente son produit, après des pluies abondantes ou pendant la fonte des neiges, il est clair que l'intermission sera plus courte et l'écoulement plus long que pendant la sécheresse, où les couches de terre en *D* fournissent moins d'eau. Car le siphon emploiera plus de temps pour vider la quantité qui coule en plus grande abondance dans le réservoir pendant le temps qu'il l'épuiseroit, si aucun canal ne s'y déchargeoit.

A mesure que l'abondance de l'eau croîtra dans le canal d'entretien, l'intermission diminuera toujours, et l'écoulement augmentera jusqu'à ce que le produit du canal, étant précisément égal à la dépense du siphon, l'intermission disparoîtra, et la *Fontaine* sera uniforme.

Mais si la sécheresse vient à diminuer la quantité d'eau fournie par le canal d'entretien, la *Fontaine* éprouvera des intermittences très-courtes et des écoulemens fort longs d'abord; et à mesure que l'eau diminuera dans le canal intérieur, l'intermission croîtra, et l'écoulement décroîtra proportionnellement.

On voit par-là que lorsqu'une *Fontaine* commence à être intermittente par la sécheresse, ou qu'elle cesse de l'être par le retour des pluies, elle doit éprouver des intermissions très-courtes et des écoulemens fort longs.

6°. Le rapport de l'intermission à l'écoulement est difficile à fixer; et il est visible qu'il ne peut être constant, et qu'il n'est pas aisé de limiter la période d'une

Fontaine, puisqu'elle peut éprouver des variations par la sécheresse ou par les pluies. C'est à ces variations que l'on doit principalement attribuer les différences qui se trouvent dans les descriptions que différens auteurs nous ont données de la même *Fontaine*. Car alors ils peuvent l'avoir observée dans des circonstances capables de faire varier sensiblement les résultats dont ils ont déterminé l'étendue.

Fontaines intermittentes composées. Les *Fontaines* intermittentes éprouvent quelquefois une suite de petites intermittences et d'écoulemens, interrompue par une intermission considérable; et il est aisé d'en rendre raison. Soit (*Pl. LXXXIV, fig.* 79.) le réservoir *ABC*, qui se décharge dans la cavité *FKI*, d'une moindre capacité, par le siphon *DCE*, d'un calibre plus petit que le siphon *GFH*, qui épuise l'eau de la cavité *FKI*. Je dis que la *Fontaine*, formée en *H* par le siphon *GFH*, éprouvera des intermittences et des écoulemens successifs, qui dépendront, en grande partie, du rapport qu'il y aura entre le produit du siphon *GFH* et celui de *DCE*. Enfin tout le jeu de repos et d'accès se terminera par une interruption égale au temps employé par le canal *A* d'entretien, à remplir le réservoir *ABC*. Si le canal *A* devient assez abondant pour fournir à la dépense continuelle du siphon *DCI*, la grande interruption n'aura point lieu; les intermittences et les écoulemens se succéderont assez régulièrement.

Ces accès de repos et de flux peuvent être considérés comme l'écoulement d'une *Fontaine*, à simple réservoir, et la longue interruption comme son repos.

Et comme dans les *Fontaines* à simple réservoir, l'écoulement est tantôt plus long, tantôt plus court, de même aussi la suite des intermittences et des flux, qui tient lieu d'écoulement dans les *Fontaines* composées, doit varier par les mêmes causes. Si le petit réservoir *IKF* se vidoit neuf fois, pendant que le grand ne se vide qu'une seule, et qu'il restât encore, outre cela, à moitié plein, la *Fontaine* en *H* auroit alternativement neuf intermittences, et dix intermittences, par accès, entre chaque interruption considérable, supposé que le produit de la source *A* soit toujours le même.

En général, le dernier réservoir étant dans un certain rapport de capacité avec le plus intérieur, le nombre des intermittences et des écoulemens successifs sera égal à celui qui exprime combien de fois le plus petit est contenu dans le plus grand; et s'il y avoit une fraction, les retours auroient une intermittence et un écoulement de plus, après un nombre d'accès égal au numérateur de la fraction.

7°. Ces espèces de *Fontaines* ont encore cela de particulier, qu'à chaque accès d'écoulement et d'intermittence, le premier flux est plus long que le second, et le second plus long que le troisième. On voit que c'est tout le contraire par rapport aux intermittences. Car le siphon *DCE* coulant plus vîte dans le commencement de son accès que vers la fin, le réservoir *IKF* doit être, par conséquent, moins de temps à se remplir, et plus de temps à se vider la première fois que la seconde.

8°. *Fontaines intercalaires.* Les *Fontaines* intercalaires sont le produit d'un courant d'eau continuel et uniforme, combiné avec celui d'un siphon, qui joue à plusieurs reprises. Soit la caverne *DEC* (*fig.* 78.) qui a une ou plusieurs ouvertures par le bas en *E*, il est visible que l'eau coulera, par ces ouvertures, tant que le courant d'entretien *D* en déchargera dans le réservoir. Si le canal d'entretien est assez abondant pour le remplir jusqu'à la courbure du siphon, malgré l'écoulement continuel du canal *E*, la source en *A* aura un cours uniforme en vertu de cet écoulement, et éprouvera de temps en temps des accès d'intumescence lorsque le siphon coulera, et des accès de repos lorsqu'il cessera de jouer. Les deux canaux venant à se rencontrer à la surface de la terre vers *A*, la *Fontaine*, qui sera formée par leur concours, sera intercalaire.

Il est aisé de se convaincre que l'intercalaison ou l'intervalle qu'il y a entre les accès, dépend du temps qu'emploie le courant d'entretien à remplir la caverne jusqu'à la courbure du siphon, en fournissant, outre cela, à la dépense du canal en *E*. C'est donc l'excès du produit du courant d'entretien *D*, sur la décharge continuelle du canal *E*, qui fournit au jeu du siphon et à l'accès

des intercalaires. Les retours de l'accès dépendent donc de l'abondance de l'eau dans le courant d'entretien, de la hauteur de la courbure du siphon *F C*, et de la capacité de la caverne *D E C*. Ainsi la période des intercalaires ne doit pas être plus constante que celle des intermittentes, parce que la sécheresse ou les pluies peuvent y causer plusieurs variations considérables : l'intercalaison sera fort longue et l'accès fort court, si l'eau, produite par le canal d'entretien, est peu abondante, que le réservoir ait peu de capacité, et que le calibre du siphon soit considérable. A mesure que l'eau augmentera dans la source intérieure, toutes choses restant d'ailleurs les mêmes, l'intercalaison sera plus courte et l'accès plus long ; ensorte que le cours de la *Fontaine* sera précisément une augmentation et une diminution successive d'eau, sans aucune uniformité interposée. Si l'eau augmente de telle sorte, dans le courant d'entretien, qu'il puisse fournir en même temps à la dépense continuelle du canal *E* et à l'écoulement soutenu du siphon *F C A*, la *Fontaine* sera uniforme.

Fontaines intercalaires composées. Ces sortes de *Fontaines* ne sont précisément que les intermittentes composées, dont le jeu (*fig.* 79.) se trouve combiné avec le produit d'un courant en *L*, continuel et soutenu, qui se réunit en *H;* leur explication dépendra donc des principes que nous avons établis ci-devant.

Quoique nous ayions déjà vu comment les différens produits du courant d'entretien peuvent modifier les phénomènes des *Fontaines*, il est aisé de faire voir comment un même mécanisme peut offrir successivement les différens caractères que nous y avons distingués, c'est-à-dire, l'*intercalaison*, l'*intermittence*, et l'*uniformité*. Soient les deux réservoirs *A B C*, et *I K F* (*fig.* 79) qui communiquent, par un siphon *D C E*. Le second réservoir a une ouverture, par le bas, en *K*. Si le canal d'entretien *A* fournit plus d'eau qu'il n'en faut pour faire couler continuellement le siphon *D C E*, le canal *K* versera continuellement de l'eau, et le surplus se déchargera par le siphon *G F H*, en sorte que la *Fontaine*, qui recevra le produit de ces deux courans, sera intercalaire ; mais si le courant *A* est assez abondant pour

fournir à la dépense du canal *K* et du siphon *G F H*, ou même à la seule dépense de *K*, la source aura pour lors un cours uniforme; et si l'eau diminue de telle sorte qu'elle ne puisse fournir à l'entretien du siphon *G F H*, la *Fontaine* en *H* sera intermittente.

FONTAINE DE COMPRESSION. *Fontaine* qui fait jaillir l'eau au-dessus de son niveau, par le ressort de l'air fortement comprimé. Elle est composée d'un vaisseau de cuivre *A B* (*Pl. XXVI, fig.* 3.) auquel on donne telle forme que l'on veut, par exemple, celle d'une poire, portée sur un pied *C D*. On y joint un canal *N O*, ouvert de part et d'autre, garni d'un robinet *R*, qui s'ajuste à vis au vaisseau, et dont le bout inférieur *O* descend à une ligne (2 $\frac{1}{4}$ millimètres) près du fond.

Pour mettre cette *Fontaine* en jeu, on la remplit d'eau environ jusqu'aux deux tiers de sa capacité, par exemple, jusqu'en *A B*, et cela par l'endroit où le canal *N O* est vissé. On remet ce canal en sa place : on dévisse le petit ajutage *N*, et l'on met à sa place la petite pompe foulante *P Q* (*fig.* 4.) avec laquelle on fait entrer à force beaucoup d'air ; après quoi, le robinet *R* (*fig.* 3.) étant fermé, on ôte la pompe, pour visser en sa place l'ajutage percé d'un ou plusieurs trous. Il faut remarquer que la pompe (*fig.* 4.) reçoit l'air par un trou pratiqué vers *P*, au-dessus duquel on élève le piston ; et ce même piston, en descendant, le force de passer par un petit trou pratiqué au fond, et sur lequel on a mis en dehors une soupape, pour empêcher que l'air revienne dans la pompe, quand on élève de nouveau le piston.

L'air, ainsi poussé par le piston, traverse donc le canal *N O* (*fig.* 3.), et ensuite, par sa légèreté respective, traverse l'eau, et va se joindre à l'air qui occupe la place *A N B*, dont il augmente d'autant la densité. Cet air, ainsi comprimé, a une force élastique beaucoup plus grande que le poids de l'air extérieur, qui résiste à l'orifice *N* du canal. Cette force se déploie sur la surface de l'eau *A B* et la force de monter par le canal *O N*, avec d'autant plus de vîtesse qu'il y a plus de différence entre la densité de l'air qui est renfermé dans le vaisseau et celle de l'air extérieur.

Lorsqu'on a fortement comprimé l'air en *A N B*, dès

qu'on ouvre le robinet *R*, l'eau sort en forme de jet *N D*, qui monte d'abord à la hauteur de 25 ou 30 pieds (8 ou 10 mètres) : mais comme cet air, qui chasse l'eau, augmente de volume, et, par conséquent, diminue de densité, à mesure que le vaisseau se vide, son ressort s'affoiblit de plus en plus : et, par cette raison, le jet en devient toujours de moins en moins élevé.

FONTAINE DE HÉRON. *Fontaine* qui fait jaillir l'eau au-dessus de son niveau, par le ressort de l'air comprimé par une colonne d'eau. Cette *Fontaine* porte le nom de son inventeur *Héron* d'Alexandrie. Elle est composée de deux boîtes de métal *A B*, *E F* (*Pl. XXVI, fig.* 1.), auxquelles on donne telle forme que l'on veut, et qui sont réunies par des tuyaux de même matière, *C D*, *I K*, *M L*, et surmontées d'un bassin *G H*, le tout porté sur un pied quelconque. Le bassin *G H* communique à la boîte supérieure *A B* par le tuyau *C D*, ouvert en *D*, et qui porte en *C* un ajutage, qu'on y visse au besoin. Ce même bassin communique à la boîte inférieure *E F*, par le tuyau *I K*, ouvert aux deux bouts, et qui se rend jusque vers le fond de la boîte. Enfin les deux boîtes communiquent ensemble par le tuyau *M L*, aussi ouvert aux deux bouts, et qui traverse la boîte supérieure *A B* dans presque toute sa hauteur.

Pour mettre cette *Fontaine* en jeu, on emplit d'eau, jusqu'aux trois quarts, par le tuyau *C D*, la boîte supérieure *A B*. On en met ensuite dans le bassin *G H*, de manière à tenir toujours plein le tuyau *I K*.

Cette colonne d'eau, qui tend à se répandre dans la boîte inférieure *E F*, comprime par son poids la masse d'air dont elle est remplie : cet air ainsi comprimé s'échappe par le tuyau *L M* et va déployer son ressort sur la surface *A B* de l'eau qui est dans la boîte supérieure : enfin cette eau, comprimée par le ressort de l'air s'échappe en forme de jet, par le tuyau *D C*, à l'extrémité *C* duquel on place l'ajutage, qu'on peut percer, si l'on veut, de plusieurs trous, pour former une gerbe d'eau.

On voit que, de cette manière-là, l'eau de la boîte supérieure *A B* passe dans le bassin *G H*, et va, de ce bassin,

bassin, dans la boîte inférieure *E F*, en entretenant toujours plein le tuyau *I K*. Après l'opération, on vide la boîte inférieure par le robinet *R* qui est dessous.

On peut imiter cette *Fontaine* en petit, et en verre, pour en voir le jeu. Le vase *A* (*fig.* 2.) tient lieu du bassin, et communique à la boîte inférieure *B* par le tuyau *F E*. La boîte inférieure communique à la supérieure *C* par le tuyau *B C*; et cette boîte est garnie, à son fond, d'un tuyau recourbé *G D* qui forme l'ajutage.

Après avoir rempli d'eau la boîte *C*, en la faisant passer d'abord du vase *A* dans la boîte *B*, et renversant ensuite l'instrument, il ne s'agit plus que de le redresser, et mettre de l'eau dans le vase *A*. Cette eau forme une colonne dans le tuyau *F E*, laquelle comprime l'air de la boîte *B*. Cet air comprimé va donc par le tuyau *B C*, presser l'eau de la boîte *C* et la fait sortir en *D* en forme de jet.

FONTAINE INTERMITTENTE. (*Machine.*) *Fontaine* artificielle qui coule et cesse de couler alternativement par le poids de l'eau et la résistance de l'air.

Cette *Fontaine* est composée d'un tuyau *E F* (*Pl. XXVI, fig.* 5.), ouvert par les deux bouts, qui traverse, dans presque toute sa hauteur, un vase *I K*, et qui est porté verticalement sur le bassin *G H*, lequel est séparé d'un bassin inférieur *A B* par un fond percé, à son centre, d'un petit trou. Le tuyau *E F* est enveloppé par un second tuyau d'un plus grand diamètre, fermé par le bas, et communiquant, par le haut, au vase *I K*. Autour de ce tuyau extérieur, sont placés plusieurs petits canaux obliques 1, 2, 3, 4, 5; et il s'en faut d'environ 2 lignes ($4\frac{1}{2}$ millimètres) que l'extrémité *E* du tuyau *E F* ne touche le fond du bassin *G H*.

Pour mettre cette *Fontaine* en jeu, on remplit d'eau jusqu'environ aux trois quarts le vase *I K*, par le tuyau *E F*, en renversant l'instrument. Ensuite on le redresse sur le bassin *G H*. Le tuyau *E F* étant alors tout ouvert, laisse un passage libre à l'air, qui exerce intérieurement sa pression sur la surface de l'eau en *I K*. Il y a donc alors deux causes qui concourent à l'écoulement de l'eau par les canaux 1, 2, 3, 4, 5; savoir, la pression de l'air intérieur et le poids de l'eau. De ces deux causes,

la première est contre-balancée par la résistance de l'air extérieur, qui répond au bout de chacun des petits canaux 1, 2, 3, etc., et qui s'oppose par dehors à la chûte de l'eau avec une force égale à la pression qui la sollicite par dedans. La seconde cause, savoir, le poids de l'eau, subsiste entièrement, et suffit pour la faire couler. Mais si le tuyau *E F* vient à se boucher par le bas *E*, l'air intérieur cessant de presser la surface de l'eau en *I K*, laisse agir librement celui du dehors, dont la résistance l'emporte sur la pesanteur de l'eau, et l'écoulement cesse. On se sert de l'eau même qui s'écoule pour causer les *intermittences*. Comme cette eau ne peut sortir du bassin *G H* qui la reçoit, que par le trou que nous avons dit être au centre de son fond, et qui est trop petit pour en laisser sortir autant qu'il en arrive par les petits canaux 1, 2, 3, etc., elle se trouve, pendant quelque temps, dans ce bassin, en assez grande quantité pour noyer l'extrémité *E* du tuyau *E F;* et ce n'est que quand elle est écoulée et passée dans le bassin inférieur *A B*, que ce tuyau se trouve ouvert de nouveau, et qu'il rend le passage à l'air. Sa pression en *I K* recommence; et, en conséquence, l'écoulement.

FONTE DE FER. C'est un fer encore impur, dur et cassant. Ce ne sont point là deux qualités opposées. Il faut se représenter cette matière comme composée de grumeaux, dont chacun a ses parties bien étroitement liées, mais les différens grumeaux ne le sont pas de même ensemble. La lime qui voudra emporter une partie du grumeau, le ciseau qui voudra le couper, ne le pourra pas; la *Fonte* est donc dure. Mais, si on frappe dessus avec le marteau, on détachera plusieurs grumeaux les uns d'avec les autres, par l'ébranlement communiqué à toute la masse, et par conséquent la *Fonte* est cassante. On fait de *Fonte*, ce qui n'a besoin que de dureté, et ce qui n'est pas exposé à des coups, à des actions capables de casser un corps fragile. Ainsi on en fait des contre-cœurs de cheminées, des poëles, des marmites, etc.

Puisque la *Fonte* se casse si aisément sous le marteau, elle n'est donc pas malléable; cela vient de ce

qu'elle n'a pas de *Corps*. En termes de l'art, on appelle *Corps*, la souplesse et la flexibilité d'un métal, et métal *doux* celui qui a du *Corps*. La *Fonte* n'a point de *Corps*; elle n'est donc point un métal *doux*. C'est pourquoi elle n'est pas plus propre aux ouvrages, qui, pour être façonnés, demanderoient ou le marteau, ou la lime, ou le ciseau, qu'à ceux qui, étant faits, devroient être à l'épreuve de quelques chocs violens.

Mais, comme la *Fonte* est aisément fusible, on la jette en moule, où elle réussit bien, pourvu qu'elle ne soit destinée qu'à certains ouvrages grossiers; car, s'ils devoient être plus finis, s'ils devoient avoir des ornemens délicats, tels que quelques feuillages, la matière fluide du métal ne prendroit jamais si bien toutes les façons du moule, que l'ouvrage n'eût besoin ensuite d'être *réparé*, c'est-à-dire, rajusté plus exactement selon le modèle, soit avec le marteau, ou la lime, ou le ciseau : or c'est ce que la *Fonte* ne peut souffrir.

Mais c'est en même temps ce dont *Réaumur* a su la rendre capable en l'adoucissant. La *Fonte* chargée, comme elle l'est, et même trop chargée de matière inflammable, ressemble plus à l'*Acier* qu'au *Fer forgé*; et on la peut regarder comme de l'*Acier* trop *Acier*. Il ne faut donc, pour la rendre *douce* et traitable, qu'opérer sur elle, comme nous avons dit qu'on devroit opérer sur de l'*Acier* trop *Acier*, ou trop endurci. (*Voyez* ACIER). Il ne faut que lui ôter ce qu'elle a de trop de matière inflammable, comme on les ôteroit à cet *Acier;* et *Réaumur* a trouvé qu'il n'y falloit que les mêmes matières, de la chaux d'os et de la craie : il les a trouvées préférables à toutes les autres qu'il a tentées. Il donne cependant sur cette pratique plusieurs avertissemens utiles.

Il auroit pu prendre en deux états différens le *Fer fondu* qu'il vouloit adoucir, ou dans le simple état de *Fer fondu*, et avant qu'il fût jeté en moule, pour y recevoir une certaine forme, ou après qu'il l'a reçue, et lorsqu'il ne demande plus qu'à être réparé avec la lime ou le ciseau. C'est dans ce dernier état qu'il l'a pris, afin d'économiser sur les façons. Il a éprouvé

que la chaux d'os, qui est extrêmement dénuée de matières inflammables, et qu'il avoit choisie pour cela même, absorboit trop celle de la surface de l'ouvrage de *Fer fondu*, la desséchoit trop; de sorte que, quand on venoit à la travailler, elle s'en alloit par écailles, qui emportoient tout le délicat et tout le fin de l'ouvrage. Le remède à cet inconvénient est de modérer l'effet excessif de la chaux d'os, par de la poudre de charbon, qui est une matière inflammable.

Il ne faut pareillement employer la craie qu'avec une précaution. Elle réussit fort bien, si le feu n'a pas eu besoin d'être long ni vif; mais s'il l'a été, elle vient à jeter dans le fer des matières inflammables, qu'elle cachoit, et qu'elle n'eût pas données à un moindre feu; et le fer au lieu de s'adoucir, s'endurcit considérablement.

Le fourneau, pour adoucir le *Fer fondu*, est le même que celui dont *Réaumur* s'est servi pour convertir le *Fer forgé* en *Acier*; ce qui est une commodité et une épargne. *Réaumur* l'a construit de manière, qu'il y a pour l'une et l'autre opération, des espèces de tiroirs, où l'on met des essais, que l'on peut retirer quand on veut, et qui marquent à quel point en est l'opération.

Outre plusieurs observations importantes pour la pratique, *Réaumur* rapporte tous les usages que peut avoir son art d'adoucir le *Fer fondu*, mais avec la rare précaution de ne point exagérer, et de renfermer tout dans ses justes bornes. (*Voyez l'Art de convertir le fer forgé en Acier*, et *l'Art d'adoucir le Fer fondu, ou de faire des ouvrages de Fer fondu aussi fins que de Fer forgé*). Il croit qu'on pourroit faire des canons de *Fer fondu*, qui auroient le double avantage d'être et plus légers, et moins cassans.

Nous finirons cet article par deux choses de fait, qui donneront une idée de l'épargne que les deux arts de *Réaumur* pourroient valoir au public, si l'on n'étoit pas si difficile à recevoir les choses nouvelles. Dans les temps ordinaires, le fer vaut 3 sols la livre au plus, et les aciers fins 18 ou 20 sols; le fer converti en acier par sa méthode, ne lui est revenu qu'à 4 sols. Le

marteau de la porte de l'hôtel de la Ferté, rue de Richelieu, qui est de *Fer forgé*, et d'une beauté rare, a coûté 700 livres : et *Réaumur* en a fait pour 25 livres, un tout pareil de *Fer fondu*.

La pesanteur spécifique de la *Fonte de fer* est à celle de l'eau distillée, comme 72070 est à 10000. Un pouce cube de cette matière, bien plein et sans soufflure, pèse 142800 milligrammes (4 onces 5 gros 26½ grains) : et le pied cube pèse 246769280 milligrammes (504 livres 7 onces 6 gros 52 grains).

FORCE. *Terme de Mécanique*. Nom que l'on donne en général à tout ce qui est capable de faire un effort. Un corps qui en presse un autre, comme un corps pesant sur une table, fait un effort : cette pression est donc une *Force*. Un corps en mouvement qui en va choquer un autre, fait aussi un effort : ce choc est encore une *Force*.

La *Force* d'un corps résulte de sa masse et de sa vitesse prises ensemble : plus ce corps a de masse, plus il est pesant, et plus grand est son effort, et par conséquent sa *Force*. Plus est grande la vitesse avec laquelle il se meut, et plus il agit fortement sur l'obstacle qui lui résiste. Car cet obstacle alors ne résiste pas seulement à sa masse, mais encore à son mouvement acquis, au moyen duquel il auroit porté son poids plus loin.

On considère en physique plusieurs espèces de *Forces* : savoir, la *Force d'inertie* ; la *Force motrice* que l'on distingue en *Force morte* et *Force vive* ; la *Force projectile* ; la *Force accélératrice* ; les *Forces centrales*, savoir, la *Force centripète*, et la *Force centrifuge*, etc. Nous allons parler de chacune de ces *Forces* en autant d'articles particuliers.

FORCE ACCÉLÉRATRICE. Puissance qui ajoute de la vitesse au mouvement d'un corps. Telle est, par exemple, la pesanteur, qui donne à chaque instant une nouvelle impulsion aux corps qui tombent, et ajoute ainsi de la vitesse à leur mouvement. (*Voyez* PESANTEUR). Telle est encore la poudre qui s'enflamme dans une fusée, et qui ajoute à chaque instant une nouvelle impulsion à la fusée qui monte.

FORCE CENTRIFUGE. *Force* par laquelle un corps, qui circule autour d'un point comme centre, tend à s'écarter de ce centre, en tendant à s'en aller par une tangente à la courbe qu'il décrit. La valeur de la *Force centrifuge* d'un corps qui circule, est déterminée par le produit de sa masse multiplié par le quarré de sa vîtesse, divisé par sa distance au centre de sa circulation. Ce qui peut s'exprimer par la formule suivante, en appelant F, la *Force centrifuge* de ce corps; M, sa masse; D, sa distance au centre de sa circulation; et V, sa vîtesse. $F = \frac{M V.^2}{D}$

Et si l'on veut comparer les *Forces centrifuges* de deux corps, appelons f, la *Force centrifuge* de l'autre corps; m, sa masse; d, sa distance au centre de sa circulation; et u, sa vîtesse.

De ce que nous venons de dire, on peut inférer les phénomènes suivans.

1°. Les *Forces centrifuges* de deux corps, qui se meuvent avec la même vîtesse à égales distances du centre, sont entr'elles comme les masses de ces corps. Ce qui s'exprime par cette formule. $F : f :: M : m$.

2°. Les *Forces centrifuges* de deux corps égaux, qui se meuvent dans des temps périodiques égaux à différentes distances du centre, sont entr'elles comme ces distances au centre. Ce qui s'exprime par cette formule. $F : f :: D : d$.

N. B. On appelle *Temps périodique*, celui pendant lequel un corps mu autour d'un centre, fait une révolution entière.

3°. Les *Forces centrifuges* de deux corps, dont les temps périodiques sont égaux, et dont les masses sont en raison inverse de leurs distances au centre, sont égales entr'elles. Ce qu'on peut exprimer par cette formule. $F : f :: MD : md$.

4°. Les *Forces centrifuges* de deux corps égaux, qui se meuvent à égales distances du centre, avec des vîtesses différentes, sont entr'elles comme les quarrés de ces vîtesses. Ce qui s'exprime par cette formule. $F : f :: V^2 : u^2$.

5°. Les *Forces centrifuges* de deux corps inégaux,

qui se meuvent à égales distances du centre avec des vîtesses différentes, sont entr'elles comme les produits de leurs masses multipliées par le quarré de leurs vîtesses. Ce qui s'exprime par cette formule. $F : f : : MV^2 : mu^2$.

6°. Les *Forces centrifuges* de deux corps égaux, qui se meuvent avec des vîtesses égales à différentes distances du centre, sont entr'elles en raisons inverses de ces distances au centre ; c'est-à-dire, que cette *Force* est plus grande dans le corps qui circule à la plus petite distance du centre. Ce qui s'exprime par cette formule. $F : f : : d : D$.

7°. Les *Forces centrifuges* de deux corps inégaux, qui se meuvent avec des vîtesses égales à différentes distances du centre, sont entr'elles comme les masses de ces corps multipliées par les distances au centre l'un de l'autre ; c'est-à-dire, que, pour avoir ce rapport, on multiplie la masse d'un de ces corps par la distance au centre de l'autre : et *vice versâ*. Ce qui s'exprime par cette formule. $F : f : : Md : mD$.

8°. Les *Forces centrifuges* de deux corps inégaux, qui se meuvent avec des vîtesses inégales à différentes distances du centre, sont entr'elles comme les produits des masses de ces corps par le quarré de leurs vîtesses propres, multipliés par les distances au centre l'un de l'autre ; c'est-à-dire, que, pour avoir ce rapport, on cherche le produit de la masse d'un de ces corps par le quarré de sa vîtesse propre, et on le multiplie par la distance au centre de l'autre corps ; et *vice versâ*. Ce qui s'exprime par cette formule. $F : f : : MV^2 d : mu^2 D$.

Pour qu'un corps se meuve dans une courbe, il faut qu'il reçoive à chaque moment une nouvelle impulsion, et dans une direction différente de la sienne, parce qu'une courbe ne peut se réduire à des lignes droites, à moins qu'elles ne soient infiniment petites ; par conséquent, si un corps attiré continuellement vers un centre, est lancé outre cela dans une direction qui ne passe point par ce centre, il décrira alors une courbe, dans chaque point A de laquelle (*Pl. LXXV, fig* 24.) il tâchera de s'éloigner de la courbe, et de continuer son

mouvement dans la tangente *A D*; ce qu'il feroit en effet, si rien ne l'en empêchoit; en sorte que, dans le même temps qu'il décrit l'arc *A E*, il s'éloigneroit, par sa *Force centrifuge*, de la longueur de la ligne *D E* perpendiculaire à *A D*; ainsi, en supposant l'arc *A E* infiniment petit, la *Force centrifuge* est proportionnelle à la ligne *D E* perpendiculaire à la ligne *A D*.

Un corps obligé à décrire un cercle, le décrit le plus grand qu'il peut; un plus grand cercle étant en quelque sorte moins circulaire, moins courbe, ou moins différent de la droite qu'un plus petit. Un corps souffre donc plus d'altération dans son mouvement, et exerce plus vivement sa *Force centrifuge*, lorsqu'il décrit un petit cercle, que lorsqu'il en décrit un grand; c'est-à-dire, que la *Force centrifuge* est toujours proportionnelle, toutes choses d'ailleurs égales, à la courbure du cercle dans laquelle le corps est emporté.

Il en est des autres courbes comme des cercles; car une courbe, quelle qu'elle puisse être, peut être regardée comme formée d'une infinité d'arcs de cercles infiniment petits, décrits de différens rayons, de façon que les endroits où la courbe est le plus courbe, sont ceux où la *Force centrifuge* est plus grande, tout le reste d'ailleurs égal; et ainsi, dans une même courbe, la *Force centrifuge* du corps qui la décrit, varie suivant les différens points où il se trouve.

On lit, dans certains ouvrages, que la *Force centrifuge* est égale au quarré de la vîtesse divisé par le rayon, et dans d'autres qu'elle est égale au quarré de la vîtesse divisé par le diamètre; cette différence d'expressions ne doit point surprendre; car le mot *égale* ne signifie ici que *proportionnelle;* cela signifie donc seulement que les *Forces centrifuges* dans deux cercles différens, sont comme les quarrés des vîtesses divisés par les rayons, ou ce qui est la même chose, par les diamètres.

FORCE CENTRIPÈTE. *Force* par laquelle un corps qui circule autour d'un point comme centre, tend continuellement à se rapprocher de ce centre. La valeur de la *Force centripète* d'un corps qui circule, ou la quan-

tité dont ce corps se rapprocheroit dans un temps donné du centre de sa révolution, si sa *Force centripète* agissoit seule sur lui, est égale au quarré de la portion de la courbe qu'il décrit dans le même temps, divisé par le diamètre de cette courbe; car *Huyghens* et *Newton* ont démontré (*de vi centrifuga Huygh. opera. Tom. II* et *Princip. Mathem. de la Philosophie Natur. liv.* 1, *prop.* 4), qu'un corps qui fait sa révolution dans un cercle, se rapprocheroit dans un temps donné du centre de ce cercle, par sa seule *Force centripète*, d'une quantité égale au quarré de l'arc qu'il décrit dans le même temps, divisé par le diamètre du cercle.

FORCE DES EAUX. Effort que fait l'eau par son poids et sa vitesse.

La *Force*, la dépense et la vitesse des eaux sont souvent confondues chez les auteurs; c'est l'effort que fait l'eau pour sortir et s'élancer contre la colonne d'air qui résiste et pèse dessus : elle dépend donc de deux choses, de la colonne d'eau et de la colonne d'air. (*Voyez* COLONNE).

Les vitesses sont entr'elles comme les racines quarrées des hauteurs, ou en raison soudoublée des hauteurs. Soit la hauteur d'un réservoir supposée de 16 mètres et une autre de 25, les vitesses de ces deux réservoirs sont entr'elles comme 4 est à 5; parce que 4 est racine de 16, et 5 est racine de 25.

On évalue la force d'un homme qui sert de moteur à une pompe à bras, environ à 15 kiliogrammes quand il fait marcher cette pompe sans effort; celle d'un cheval qui fait tourner la manivelle, suivant l'expérience qu'on en a faite, est estimée valoir la *Force* de sept hommes; ainsi elle vaut sept fois 15, qui font 105 kiliogrammes.

On sait de plus que 10 kiliogrammes de *Force* soutiennent en équilibre 10 kiliogrammes d'eau, et qu'il faut un degré de force de plus pour l'entraîner et la faire monter. Sur ce principe, un homme qui est la force motrice d'une pompe à bras, et qui en fait aller la manivelle, s'il emploie 11 kiliogrammes de force, enlevera dix kiliogrammes d'eau en l'air, en supposant qu'il n'y

a point de frottemens, pour lesquels on ajoute toujours un tiers en sus dans le calcul.

Si, par exemple, la pesanteur du corps que l'on veut élever, est de 90 kiliogrammes, il faut ajouter à cette somme son tiers, qui est trente, pour l'élever et surmonter la résistance des frottemens; ce qui fait en tout 120 kiliogrammes de *Force*, pour faire monter une colonne d'eau de 90 kiliogrammes pesant.

On évalue la *Force* ou la vîtesse d'un courant, d'une rivière, d'un ruisseau, d'un aqueduc, en déterminant sur son bord une base à discrétion, et par le moyen d'une boule de cire mise sur l'eau et d'une pendule à secondes, on sait combien de temps la boule entraînée par le courant, a été à parcourir l'espace de la base, supposée de 40 mètres. Si la boule a été 20 secondes dans sa course, ce seroit 2 mètres par seconde : vous multiplierez cette vîtesse de 2 mètres par la largeur du ruisseau, qu'on suppose de 4 mètres; ce qui donnera 8 mètres quarrés par seconde, pour la superficie du canal. Prenez la profondeur de ce canal, qu'on suppose de 2 mètres, que vous multiplierez par les huit mètres quarrés de la superficie; ce qui vous donnera 16 mètres cubes pour la solidité de l'eau, qui s'écoulera dans l'espace d'une seconde. Et puisqu'un mètre cube contient 1000 litres, ce seront donc 16000 litres d'eau qui s'écouleront par seconde.

Il y a une autre méthode que la boule de cire, pour connoître la vîtesse d'une rivière; on la trouvera dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences, année* 1733, *p.* 363.

FORCE D'INERTIE. *Force* par laquelle tout corps résiste à toute variation d'état, c'est-à-dire, par laquelle, lorsqu'il est en repos, il résiste au mouvement; lorsqu'il est en mouvement, il résiste au repos, ou à un mouvement plus prompt ou plus lent. La *Force d'inertie* est, ainsi que la pesanteur, proportionnelle à la masse ou à la quantité de matière propre de chaque corps; c'est-à-dire, qu'un corps qui a une masse double ou triple de celle d'un autre corps, a une *Force d'inertie* double ou triple de celle de l'autre corps, et

par cette *Force* résiste doublement ou triplement à l'effort qui tend à la vaincre.

Quoique la *Force d'inertie* ait de commun avec la pesanteur, d'être proportionnelle à la masse ou à la quantité de matière propre de chaque corps, ces deux *Forces* sont cependant essentiellement distinctes l'une de l'autre. La pesanteur n'exerce son action que dans un sens, de haut en bas : toutes les fois qu'un corps tombe librement, il tombe perpendiculairement à l'horizon. (*Voyez* PESANTEUR). Mais la *Force d'inertie* résiste dans quelque sens qu'on fasse effort pour changer l'état d'un corps.

Tout corps, considéré précisément comme corps, est essentiellement indifférent au repos ou au mouvement, à un mouvement plus prompt ou plus lent. L'effet nécessaire de cette indifférence est de faire persévérer le corps dans l'état où il se trouve. En effet, si un corps est en repos, il ne se met point en mouvement, s'il n'y a une *Force* positive qui l'y oblige. S'il est en mouvement, il n'est point réduit au repos sans un obstacle qui l'arrête; il ne se meut point plus promptement ou plus lentement, sans une cause qui ajoute ou qui retranche au mouvement qu'il a déjà. Il y a donc une *Force* résidente dans les corps, par laquelle ils tendent à persévérer dans l'état où ils sont : c'est cette *Force* qu'on appelle *Force d'inertie;* et c'est par elle qu'ils résistent à tout changement d'état.

Supposons un corps *A* (*Pl. VI, fig.* 1.), d'une grandeur et d'un poids déterminés, par exemple, une boule de plomb pesant un kiliogramme suspendue librement dans un air tranquille, par un fil fort long *CA*, et une autre boule de plomb *B*, de même poids, pareillement suspendue par un fil *CB*. L'expérience prouve, comme nous le dirons en parlant du mouvement d'oscillation, que si l'un de ces corps, *A*, par exemple, est élevé à 4 degrés de la ligne verticale *CB*, et qu'on l'abandonne à lui-même, s'il ne rencontre en son chemin aucun obstacle, lorsqu'il sera parvenu au point le plus bas, il aura acquis, par sa chûte, une vitesse qui le portera à 4 degrés du côté opposé. (*Voyez* MOUVEMENT D'OSCILLATION). Mais si le corps *A* rencontre

au point le plus bas le corps *B*, qui l'égale en masse, et qu'il le heurte, l'expérience prouve encore que ces deux corps ne remontent ensemble qu'à 2 degrés. Le corps *B* reçoit une portion du mouvement du corps *A*, et ce dernier perd par le choc ce que l'autre paroît avoir acquis. Le corps *B* oppose donc une résistance au corps *A*; car sans elle ce dernier seroit remonté à 4 degrés. Un corps en repos fait donc une résistance réelle à l'effort qui tend à le mouvoir. De plus, si le corps *B*, au lieu de ne peser qu'un kiliogramme en pesoit 30 ou 40., il seroit moins déplacé par le choc du corps *A*, et cela proportionnellement à l'augmentation de sa masse : donc un corps en repos oppose, à l'effort qui tend à le mouvoir, une résistance proportionnelle à sa masse. C'est cette résistance qu'on appelle *Force d'inertie*.

Si l'on objectoit que le corps *B*, en repos, ne résiste à l'effort du corps *A*, que parce qu'il est appuyé par l'air qui l'environne, et qu'il faut déplacer; on auroit à cela bien des choses à répondre. 1°. Que les corps qui sont ainsi choqués dans le vide d'air, résistent de même que dans l'air, ou, s'il y a des différences, elles ne sont pas sensibles : ce n'est donc pas de l'air que vient cette résistance. 2°. que la résistance de l'air fait elle-même partie de la question présente; car il s'agit ici de la *Force d'inertie* des corps en général. Si donc l'on convient que l'air, en qualité de matière, fait résistance au mouvement des corps qui tendent à le déplacer, et l'on ne peut pas en disconvenir, il est prouvé que l'air a une *Force d'inertie*. Si l'air, en qualité de matière, a une pareille *Force*, pourquoi les autres matières n'en auroient-elles pas? 3°. Si la résistance que fait le corps *B*, en repos, à l'effort du corps *A*, venoit uniquement de celle de l'air sur lequel il s'appuie, il faudroit, pour rendre cette résistance double, faire répondre le corps *B* à un volume d'air une fois plus grand, et par conséquent doubler sa surface antérieure. Or l'expérience prouve que, pour rendre double la résistance du corps *B*, il suffit de doubler son poids; ce qui, surtout dans les corps sphériques, ne double pas la surface, à beau-

coup près. Il est donc évident que la résistance de la boule *B* ne vient point de celle de l'air.

On pourroit encore objecter que c'est la pesanteur de la boule qui s'oppose à son déplacement; car, diroit-on, si elle n'est retenue par aucun obstacle, elle tiendra le fil, auquel elle est suspendue, aussi tendu qu'il peut l'être, et dans la situation verticale *CB*, et se placera au point le plus bas. On ne peut donc l'en faire sortir, sans qu'elle soit plus élevée; si on la porte en 2, elle est plus élevée de la quantité *BF*, en 4, de la quantité *BE*, *etc.* Pour cela, il faut vaincre sa pesanteur, qui fait effort pour la retenir au point *B*: ce que l'on appelle *Force d'inertie*, est donc la même chose que la pesanteur. On ne peut pas nier que cette objection soit spécieuse; cependant elle tombera d'elle-même, si l'on fait attention que, lorsque la boule est au point le plus bas *B*, sa pesanteur est réduite à zéro par le fil *CB* qui la tient suspendue: l'effort de sa pesanteur ne peut donc commencer à se faire sentir que lorsqu'elle est passée du point le plus bas à un point plus élevé; son déplacement doit donc précéder l'effort de sa pesanteur. Mais, pour opérer ce déplacement, il faut employer une *Force* réelle, qui, si elle est trop petite pour déplacer la boule, n'en est pas moins une *Force* réelle, et cependant n'a point d'effet. Dans ce cas-là la boule *B* résiste donc à une *Force* réelle, et la détruit avant de pouvoir agir comme pesante: elle résiste donc par une *Force* indépendante de sa pesanteur; et c'est cette *Force* qu'on appelle *Force d'inertie.*

Voici de plus un raisonnement, qui ne permet pas de confondre les effets de l'*inertie* avec ceux de la pesanteur. Supposons deux corps en tout semblables, de même matière, de même volume et de même poids, qui commencent à tomber librement dans le vide, de la même hauteur et tous deux dans le même instant: il est indubitable que ces deux corps obéiront complètement à leur pesanteur; qu'ils descendront tous deux avec la même vîtesse, et avec toute la vîtesse qu'exige leur pesanteur, et qu'ils arriveront tous deux ensemble sur le plan qui termine leur chûte. Si l'on veut que l'un des deux précède l'autre dans sa chûte,

il faut à l'effort de sa pesanteur ajouter une autre *Force*; il faut lui donner une nouvelle impulsion, qu'il ne peut pas recevoir de sa pesanteur, puisque nous supposons qu'il lui obéit complètement. Or tout ce qui exige une *Force*, pour être produit, est une véritable résistance. Ce corps qui, en tombant librement, obéit complètement à sa pesanteur, résiste donc à un mouvement plus prompt que celui qui lui vient de sa pesanteur: il y résiste donc par une *Force* indépendante de sa pesanteur; c'est cette *Force* qu'on appelle *Force d'inertie*.

FORCE EXPANSIVE. Effort par lequel un corps élastique tend à s'étendre, et s'étend en effet, sitôt que la puissance, qui le comprime, cesse d'agir sur lui.

La *Force expansive* est celle dont jouissent tous les corps à ressort. Un ressort qui est tendu et retenu dans cet état par une *Force* quelconque, fait un continuel effort pour ne plus l'être: et c'est en quoi consiste sa *Force expansive*. Une masse d'air, qui est comprimée, fait effort contre la puissance qui la comprime, et soutient par sa *Force expansive* l'effort de cette puissance, et lui fait équilibre. Une charge de poudre qui s'enflamme, jouit aussi d'une *Force expansive*; et c'est par cette *Force* qu'elle chasse la bombe ou le boulet. Enfin le feu, de l'aveu de tous les physiciens, jouit aussi d'une *Force expansive;* et c'est par elle qu'il produit sur les corps ses plus singuliers effets. *(Voyez* FEU*)*.

FORCE MOTRICE. C'est celle d'un ou de plusieurs corps, employée pour en mouvoir d'autres. Telle est une impulsion donnée à un corps, pour le faire avancer dans une direction quelconque.

Jusqu'à *Léibnitz*, on avoit toujours pensé que cette *Force*, en toutes sortes de cas indistinctement, devoit être évaluée, comme la quantité de mouvement, par le produit de la masse du moteur multipliée par sa vitesse. Mais *Léibnitz* a le premier établi une distinction entre la *Force motrice* qui agit contre un obstacle invincible, et celle qui agit contre un obstacle qui cède. Il appelle la première *Force morte*, et convient avec tous les physiciens, qu'elle doit être évaluée en multipliant la masse par la simple vitesse. (*Voyez*

FORCE MORTE). Il appelle la dernière *Force vive*, et il prétend que, pour l'estimer selon sa juste valeur, il faut multiplier la masse, non pas par la vîtesse simple, mais par le quarré de la vîtesse : c'est-à-dire que, si la vîtesse est 3, par exemple, il ne faut pas multiplier la masse seulement par 3, mais par 9, qui est le quarré de 3. *Léibnitz* a apporté, en faveur de son opinion, des raisonnemens et des expériences spécieuses, et il étoit très-persuadé de sa bonté. Le titre qu'il a donné à son ouvrage, marque quelle étoit sa confiance. Le voici : *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii et aliorum*, etc. *Act. Erud. Leips.* 1686, *pag.* 161. Cependant, quoique *Léibnitz* ait trouvé des défenseurs de son opinion parmi des physiciens très-éclairés, le grand nombre l'a regardée comme un paradoxe : et il nous paroît qu'on est venu à bout de concilier les phénomènes, qui servent de preuve à l'opinion de *Léibnitz*, avec des principes connus et généralement avoués. *(Voyez* FORCE VIVE*)*.

FORCE MORTE. C'est celle qui agit contre un obstacle invincible, qui consiste par conséquent dans une simple tendance au mouvement, et qui ne produit aucun effet sur l'obstacle sur lequel elle agit. Telle est, par exemple, la *Force* d'un corps pesant qui tend à descendre, mais qui est posé sur une table ou suspendu à une corde. Ce corps ne sauroit descendre, parce que la résistance de la table ou de la corde l'en empêche. Cependant il presse la table ou tend la corde, et il montre par-là sa tendance au mouvement, qui ne peut avoir d'effet, tant que ces obstacles invincibles s'y opposent. Cette pression du corps pesant est donc sans effet dans ces deux cas ; ou plutôt les effets qu'elle produit, c'est-à-dire, la tension de la corde et la pression de la table, sont des effets qui n'épuisent point la cause pressante. Ainsi cette cause pressante ne perd rien de sa *Force*, parce qu'elle ne la déploie point ; mais elle tend simplement à la déployer. Lors donc que les obstacles sont invincibles, l'action de la *Force* qui tend à les déplacer, est à tout moment détruite par ces obstacles et à tout moment reproduite par l'effort continuel que fait la *Force* pressante pour

vaincre cette résistance. Ainsi, les petits degrés, que la *Force* pressante imprime à l'obstacle qui retient son action, périssent en naissant, et naissent en périssant : et c'est dans ce retour de production et de destruction que consiste l'effet de la pesanteur d'un corps, lorsqu'il est retenu par un obstacle invincible. C'est cette pression aussitôt détruite que produite, c'est cette *Force* que la cause pressante tend à déployer sans succès, qu'on appelle *Force morte*.

La *Force morte* d'un corps s'estime ou s'évalue par le produit de sa masse ou de sa matière propre multipliée par sa vîtesse initiale, c'est-à-dire, par la vîtesse qu'il auroit dans le premier instant, si l'obstacle qui le retient, venoit à céder. (*Voyez* là-dessus un ouvrage intitulé : *Institutions de Physique, chap. XX et XXI.*)

En adoptant, comme une simple définition de nom, l'idée que les défenseurs des *Forces vives* nous donnent de la *Force morte*, on peut distinguer deux sortes de *Forces mortes*; les unes cessent d'exister dès que leur effet est arrêté, comme il arrive dans le cas de deux corps durs égaux, qui se choquent directement en sens contraires avec des vîtesses égales. La seconde espèce de *Forces mortes* renferme celles qui périssent et renaissent à chaque instant, ensorte que, si on supprimoit l'obstacle, elles auroient leur plein et entier effet; telle est celle de deux ressorts bandés, tandis qu'ils agissent l'un contre l'autre; telle est encore celle de la pesanteur.

Cette distinction entre les *Forces mortes*, nous donnera lieu d'en faire encore une autre : ou la *Force morte* est telle qu'elle produiroit une vîtesse finie, s'il n'y avoit point d'obstacle; ou elle est telle que, l'obstacle ôté, il n'en résulteroit d'abord qu'une vîtesse infiniment petite, ou pour parler plus exactement, que le corps commenceroit son mouvement par zéro de vîtesse, et augmenteroit ensuite cette vîtesse par degrés. Le premier cas est celui de deux corps égaux qui se choquent, ou qui se poussent, ou qui se tirent en sens contraires avec des vîtesses égales et finies; le second est celui d'un corps pesant, qui est appuyé sur un plan horizontal. Ce plan ôté, le corps descendra; mais il commencera à descendre avec

avec une vîtesse nulle, et l'action de la pesanteur fera croître ensuite à chaque instant cette vîtesse; c'est du moins ainsi que l'on le suppose. (*Voyez* ACCÉLÉRATION et DESCENTE DES CORPS). De là les mécaniciens ont conclu que la *Force* de la percussion étoit infiniment plus grande que celle de la pesanteur, puisque la première est à la seconde, comme une vîtesse finie est à une vîtesse infiniment petite, ou plutôt à zéro, et par-là ils ont expliqué pourquoi un poids énorme, qui charge un clou à moitié enfoncé dans une table, ne fait pas avancer ce clou, tandis que souvent une percussion assez légère produit cet effet. Sur quoi *Voyez l'article* PERCUSSION.

FORCE MOUVANTE. C'est, à proprement parler, la même chose que *Force motrice;* cependant on ne se sert guère de ce mot que pour désigner des *Forces* qui agissent avec avantage, par le moyen de quelque machine. Ainsi on appelle parmi nous *Forces mouvantes*, ce que d'autres appellent *puissances mécaniques.* Ce sont les machines simples dont on fait mention dans les élémens de statique, et de la combinaison desquelles on compose toutes les autres machines, savoir, le levier, le treuil, la poulie, le plan incliné, la vis, le coin. On peut même les réduire à deux, le levier et le plan incliné; car le treuil et la poulie se réduisent au levier; et le coin et la vis, au plan incliné. (*Voyez* VIS, COIN, POULIE, etc.)

Ces différentes machines facilitent l'action des puissances pour mouvoir des poids, soit parce qu'elles diminuent en effet l'action que la puissance seroit obligée d'exercer pour mouvoir le poids immédiatement, soit parce que la manière dont la puissance est appliquée favorise son action. Ainsi dans la poulie, par exemple, la puissance doit être égale au poids; cependant la poulie aide la puissance, parce que la manière dont la puissance y est appliquée facilite son action, et la met en état d'agir commodément et sans gêne. (*Voyez* POULIE). A ces six *Forces* mouvantes, ou machines simples, *Varignon*, dans son *Projet de Mécanique*, en ajoute une septième, qu'il appelle *la Machine Funiculaire*, et qui n'est qu'un assemblage de cordes, par

le moyen desquelles différentes puissances tirent un poids. (*Voyez* FUNICULAIRE. (*Machine*) Pour connoître l'effet de ces différentes machines, il faut le calculer dans le cas de l'équilibre ; car, dès qu'on a la puissance capable de soutenir un poids, alors en augmentant tant soit peu cette puissance, on fera mouvoir le poids. Or, pour calculer le cas de l'équilibre, il suffit d'employer le principe de la composition et de la décomposition des *Forces*. Il faut pour cela prolonger d'abord, s'il est nécessaire, les directions de deux *Forces* quelconques, et chercher celle qui en résulte; ensuite chercher la résultante de cette dernière et d'une troisième *Force*, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on soit arrivé à une dernière *Force*, qui doit ou être = o, ou au moins passer par un point fixe, pour qu'il y ait équilibre. En effet, si cette dernière *Force*, qui résulte de la réunion de toutes les autres, n'étoit pas égale à zéro, ou ne passoit pas par un point fixe, dont la résistance anéantit son action, il n'y auroit pas d'équilibre, comme on le suppose, puisque cette *Force* produiroit alors quelque mouvement. Ce principe de la réduction de toutes les *Forces* en une seule renferme toute la statique.

FORCE PROJECTILE. C'est celle par laquelle un corps est lancé dans une direction, soit perpendiculaire, soit parallèle, soit oblique à l'horizon, et avec une vîtesse proportionnelle à la *Force* qui le lance, et à la raison inverse de la masse du corps lancé. Tel est, par exemple, l'effort de la poudre à canon, qui chasse une bombe ou un boulet. Tel est encore l'effort du bras, qui jette un corps quelconque, etc.

La *Force projectile* doit être regardée comme uniforme; et elle le seroit réellement, c'est-à-dire, qu'elle feroit parcourir au corps projeté des espaces égaux en temps égaux, s'il n'y avoit ni résistance de milieux, ni frottemens qui y missent obstacle. Quoique ces résistances soient inévitables dans l'état naturel, nous en ferons cependant abstraction, afin de rendre notre théorie plus simple : car il est plus aisé de faire connoître ce qui arriveroit, si ces obstacles n'existoient

pas, que de dire exactement ce qui arrive dans l'état naturel des choses.

Si la direction de la *Force projectile* est perpendiculaire à l'horizon et de bas en haut, le corps projeté décrit une ligne droite : mais, comme sa pesanteur agit sur lui et tend à le faire descendre, il parcourt, en montant, un espace moindre que celui qu'exige la *Force projectile*, et ce moins est précisément égal à la quantité dont sa pesanteur le feroit descendre en pareil temps. Son mouvement est donc l'effet de la *Force projectile*, moins celui de la pesanteur ; c'est un mouvement simple, mais retardé. Si, au contraire, le corps étoit projeté de haut en bas, son mouvement seroit l'effet de la *Force projectile*, plus celui de la pesanteur ; ce seroit encore un mouvement simple, mais accéléré.

Si la direction de la *Force projectile* est parallèle ou oblique à l'horizon, le corps projeté décrit une ligne courbe, parce que la *Force projectile* est uniforme, et que celle de la pesanteur ajoute à chaque instant une nouvelle impulsion au mobile, et accélère sa vîtesse de haut en bas. Ce changement de rapports des deux puissances qui agissent en même temps sur le mobile, ne lui permet pas de se maintenir dans la ligne droite. Son mouvement est donc un mouvement composé en ligne courbe, et l'amplitude de cette courbe est d'autant plus grande, que la *Force projectile* est plus considérable.

C'est dans la combinaison de la *Force projectile* et de celle de la pesanteur du mobile, que consiste toute la *Balistique*, ou l'art de mesurer le jet d'une bombe ou d'un boulet. (*Voyez* BALISTIQUE).

FORCE RÉSULTANTE. C'est ainsi que quelques auteurs ont nommé la *Force* unique qui résulte de l'action de plusieurs autres. Cette *Force résultante* se trouve par le principe de la diagonale du parallélogramme. (*Voyez* COMPOSITION DU MOUVEMENT). Quand deux ou plusieurs *Forces* sont parallèles, on suppose que leurs directions concourent à l'infini, et par ce moyen on trouve toujours la *résultante* ; car deux parallèles

peuvent être censées concourir à l'infini. (*Voyez* PARALLÈLE).

FORCE RÉTARDATRICE. C'est celle qui retarde le mouvement d'un corps : telle est la pesanteur d'un corps qu'on jette de bas en haut, et dont le mouvement est continuellement retardé par l'action que sa pesanteur exerce sur lui dans une direction contraire, c'est-à-dire, de haut en bas. (*Voyez* FORCE ACCÉLÉRATRICE.

FORCE VIVE. C'est celle d'un corps actuellement en mouvement, qui agit contre un obstacle qui cède, et qui produit un effet sur lui. Telle est, par exemple, la *Force* d'un corps, qui, par sa pesanteur, est tombé d'une certaine hauteur, et choque un obstacle qu'il rencontre. Telle est encore la *Force* d'un ressort qui se débande contre un obstacle qu'il déplace.

On a toujours pensé, jusqu'à *Leibnitz*, que la *Force vive* devoit être évaluée, ainsi que la *Force morte*, par le produit de la masse multipliée par la simple vîtesse; mais *Leibnitz* a pensé autrement, et a cru qu'il falloit l'estimer par le produit de la masse multipliée par le quarré de la vîtesse. (*Voyez* son ouvrage, qui a pour titre : *Brevis demonstratio erroris memorabilis Cartesii et aliorum, etc.* Act. Erud. Leips. 1686, pag. 161). Quelque opposée que fût cette opinion aux principes connus et adoptés de tout temps, elle a cependant trouvé des défenseurs, qui l'ont appuyée sur des expériences et par des raisonnemens très-spécieux. Nous allons les exposer sous les yeux des lecteurs, ainsi que les réponses qu'on y a faites, et ils jugeront de sa valeur.

Les pièces pour et contre de ce fameux procès littéraire se trouvent consignées en plusieurs ouvrages, et surtout dans le XXIe et dernier chapitre d'un ouvrage intitulé : *Institutions de Physique*, qui est de *la marquise du Châtelet*, où elle a rassemblé tout ce qu'on peut dire en faveur des *Forces vives*; et dans un autre ouvrage intitulé : *Dissertation sur l'estimation et la mesure des Forces motrices des corps*, par *de Mairan*, dans lequel il a fortement combattu l'opinion de *Leibnitz*. Les expériences apportées en preuve par

l'un et l'autre parti, sont avouées de tout le monde, ainsi il n'y a de différend que relativement aux conséquences que chacun en tire.

En faveur des *Forces vives*, on suppose, par exemple, deux boules *A* et *B* de même matière, de même masse et de même volume, qu'on laisse tomber librement de hauteurs convenables, l'une *A* pendant une seconde, et l'autre *B* pendant deux secondes : 1°. sur de la terre molle. Il est certain que la boule *B* fait dans cette terre molle un enfoncement quadruple de celui de la boule *A*, et que *B* déplace quatre fois autant de matière qu'en déplace *A*. 2°. On suppose que ces boules tombent des mêmes hauteurs et pendant les mêmes temps sur un plan parfaitement élastique. Dans ce cas, en faisant abstraction de la résistance du milieu, ces deux boules remonteut, en vertu de la réaction, laquelle est égale à la compression, chacune pendant un temps égal à celui pendant lequel elle est descendue : savoir, *A* pendant une seconde, et *B* pendant deux secondes ; mais *B* remonte à une hauteur quadruple de celle à laquelle remonte *A*. Tous les physiciens conviennent que, dans ce cas-là, *B* ne reçoit que deux degrés de vitesse, pendant que *A* en reçoit un : et cependant les effets que produit *B* sont quadruples de ceux que produit *A* : *B* déplace quatre fois autant de matière qu'en déplace *A* ; donc son impulsion sur la terre molle est quadruple de celle de *A* : *B*, en vertu de la réaction, remonte à une hauteur quadruple de celle à laquelle remonte *A* ; donc sa compression sur le plan est quadruple de celle de *A*. D'où l'on conclut que les *Forces vives* sont comme les quarrés des vitesses, et non pas comme les simples vitesses : et que, pour avoir leur juste valeur, il faut les estimer par le produit de la masse multipliée par le quarré de la vitesse, et non pas par la vitesse simple.

On a répondu à cela que, pour comparer les *Forces* de deux corps avec exactitude, il faut que les circonstances soient égales de part et d'autre, et avoir une mesure commune, qui est le temps pendant lequel chaque mobile agit. Or la boule *B*, qui, avec une vitesse double, produit un effet quadruple, ne le produit

que dans un temps double : d'où l'on doit conclure que sa *Force* n'est que double en tems égal, c'est-à-dire, en raison de la vîtesse simple, et non pas du quarré de la vîtesse. En effet, supposons que deux hommes, *Jacques* et *Jean*, sont en marche; que *Jacques* fait une lieue dans 1 heure, et que *Jean* fait 4 lieues dans 2 heures. Il est évident que l'effet produit par la *Force* de *Jean* est quadruple de l'effet produit par la *Force* de *Jacques*. Cependant on ne conclura pas de là que la *Force* de *Jean* est quadruple de celle de *Jacques* : pour que cela fût, il faudroit que *Jean* parcourût 4 lieues dans le même temps que *Jacques* emploie à en parcourir une : ce qui n'est pas, il y emploie un temps double. *Jean*, dans un temps égal, ne produit donc qu'un effet double de celui de *Jacques*, c'est-à-dire, en raison de sa vîtesse simple : et son effet total n'est quadruple, que parce qu'avec une vîtesse double, il marche pendant un temps double. Ainsi l'effet que produit *Jean* est quadruple de celui que produit *Jacques*, non pas parce que 4 est le quarré de 2, mais parce que 2 fois 2 font 4. Aussi, quoique les sentimens soient partagés sur la manière d'évaluer la *Force* des corps en mouvement, ou ce qu'on a appelé les *Forces vives*, on est parfaitement d'accord sur le produit de ces *Forces* et sur les effets qui en doivent résulter. Tout le monde convient, avec les défenseurs des *Forces vives*, que les effets sont quadruples de la part d'un corps qui se meut avec 2 degrés de vîtesse, par comparaison à celui qui n'en a que 1 ; mais comme nous venons de le dire, ce n'est pas parce que 4 est le quarré de 2, c'est seulement parce que le mobile, qui a 2 degrés de vîtesse, fait un effort qui est répété 2 fois autant que celui d'un mobile qui se meut avec 1 seul degré de vîtesse. Si donc on fait entrer en ligne de compte la considération des temps, on peut, sans erreur, estimer indistinctement, dans la pratique, la force des corps par le produit de la masse multipliée par la simple vîtesse actuelle, s'ils se meuvent réellement, et s'ils sont retenus par des obstacles invincibles, par leur tendance au mouvement, qui est comme leur masse et leur vîtesse initiale, c'est-à-dire, celle avec laquelle ils commenceroient à se mouvoir, si l'obstacle

venoit à céder. On peut aussi communément évaluer la *Force* des corps en mouvement par le produit de la masse multipliée par le quarré de la vîtesse, l'opération est plus courte. Je dis, *communément*, parce que cette manière d'évaluer les *Forces* n'est pas applicable dans tous les cas, comme le prouve *de Mairan* par une expérience qu'il rapporte contre les *Forces vives*, et dont le résultat est reconnu et avoué des deux partis. Ce qui prouve bien le défaut de l'opinion de *Leibnitz*.

Cette expérience est celle de deux corps mous, ou à ressort, qui viennent se choquer par des mouvemens contraires, et avec des vîtesses qui sont entr'elles en raison inverse de leurs masses; car on sait qu'il en résulte le repos, si les corps sont mous et sans ressort; et un retour en arrière après le choc, avec les mêmes vîtesses qu'avant le choc, si les corps ont un ressort parfait. Tout le contraire devroit cependant arriver, si les *Forces* étoient comme les quarrés des vîtesses; et le corps, par exemple, qui auroit 3 de vîtesse avec 1 de masse, et par conséquent 9 de *Force*, devroit nécessairement emporter celui qui, avec 3 de masse, n'auroit que 1 de vîtesse, et par-là seulement 3 de *Force*.

On a répondu à cela que ce triple de *Force* qu'a le corps qui se meut avec 3 de vîtesse, est consumé par les enfoncemens et les déplacemens de matière qu'il fait sur celui qui n'a que 1 de vîtesse. Mais, dit *de Mairan*, quel est le point d'appui des efforts nécessaires pour produire ces enfoncemens et cette *introcession* de matière? Qu'est-ce qui les soutient par une réaction égale à l'action? N'est-ce pas le centre de gravité de la masse triple qui n'a que 1 de vîtesse? Cette masse elle-même ne consume-t-elle pas autant de sa *Force* à soutenir les efforts de ces déplacemens, que le corps choquant perd de la sienne à les produire, et ce qu'elle en consume, ne la dispose-t-il pas d'autant à céder? Il n'y a donc point d'efforts perdus à cet égard, ou plutôt ceux qui sont perdus d'une part, sont communiqués de l'autre par un échange réciproque. Ainsi la masse inférieure en *Force* doit être entraînée.

Ceci devient encore plus évident dans le cas des corps

à ressort; car les enfoncemens et les applatissemens qu'ils souffrent mutuellement dans le choc, sont, en vertu du rétablissement qui leur succède, la source même de la *Force* nécessaire pour retourner en arrière, avec les mêmes vîtesses après le choc qu'ils avoient avant le choc. Donc, si les *Forces* étoient comme les quarrés des vîtesses, celui qui n'avoit que 1 de vîtesse et 3 de masse, seroit repoussé en arrière par le choc de celui qui avoit 1 de masse et 3 de vîtesse, avec plus de *Force* ou de vîtesse qu'il n'en avoit avant le choc; ce qui est contraire à l'expérience.

Mais je vas plus loin, dit encore *de Mairan*, et je demande, ne se pourroit-il pas que la *Force*, demeurant toujours en raison de la simple vîtesse, se trouvât capable de produire des effets proportionnels au quarré de la vîtesse? Qu'étant double, par exemple, en vertu d'une double vîtesse, il fût de sa nature de produire des effets quadruples par rapport aux obstacles qui s'opposent à son action? Et cela ne viendroit-il pas de ce qu'une *Force* double, en vertu d'une double vîtesse, et qui, par rapport à une autre, agit doublement en des temps égaux, agit encore peut-être deux fois autant de temps, ou ne se consume qu'en deux fois autant de temps, par cela même qu'elle est double, et qu'elle résulte d'une double vîtesse? De sorte qu'au lieu de conclure qu'une *Force* est quadruple, parce que les espaces parcourus, les déplacemens de matière et tous les autres effets semblables qu'elle produit, le sont; il faudra conclure au contraire, de ce que ces effets sont quadruples, ou, en général, comme le quarré de la vîtesse, qu'elle n'est que double, ou, en général, comme la simple vîtesse.

Si l'on veut être instruit plus à fond sur ce fameux procès, on peut lire en entier les deux ouvrages cités ci-dessus.

FORCE UNIFORME. C'est celle qui est capable de produire à chaque instant le même effet, et qui le produiroit réellement sans les obstacles qui s'y opposent, et qui sont inévitables dans l'état naturel des choses. Dans cet état naturel il n'y a donc point de *Forces uniformes* : on peut cependant les regarder comme telles,

en faisant abstraction des obstacles dont nous venons de parler. Cela rend plus facile le calcul des effets de ces sortes de *Forces*.

FORCES CENTRALES. *Forces* par lesquelles un corps, qui circule autour d'un point comme centre, tend, d'une part, à s'écarter de ce centre, et d'autre part à se rapprocher de ce même centre. La première de ces deux *Forces*, est celle que l'on appelle *Force centrifuge* (*Voyez* FORCE CENTRIFUGE); et l'autre est appelée *Force centripète* (*Voyez* FORCE CENTRIPÈTE), et toutes deux prises ensemble sont nommées *Forces centrales*. Lorsque ces deux *Forces* sont égales, le corps continue de circuler sans jamais ni s'approcher, ni s'éloigner du centre.

Ces deux *Forces* sont directement opposées l'une à l'autre : car, quoique la *Force centrifuge* ait sa direction par la tangente *B D* (*Pl. VI, fig.* 3) et que la direction de la *Force centripète* soit suivant celle du rayon *B C*, il est cependant certain que ce rayon prolongé *C A* seroit, en tournant, coupé par la tangente *B D* dans une suite de points *E*, *F*, *D*, qui vont tous en s'écartant de plus en plus du centre *C*. Donc la *Force centrifuge* tend à éloigner le mobile directement du centre, tandis que la *Force centripète* tend directement à l'en rapprocher.

Les corps célestes sont en proie aux *Forces centrales* : leur *Force centrifuge* tend à tous les instans à les écarter du centre de leur mouvement, et leur *Force centripète* tend à les en approcher. De ces deux *Forces* opposées naît un mouvement composé en ligne courbe, par lequel chaque planète décrit son orbite, qui est une courbe relative à la nature des *Forces* qui l'animent.

FORCES. (*Décomposition des*) (*Voyez* DÉCOMPOSITION DES FORCES).

FORMIATES. Sels formés par la combinaison de l'acide formique avec différentes bases. (*Voyez* ACIDE FORMIQUE).

FORTE. (*Eau*) C'est la même chose que l'acide nitreux. (*Voyez* ACIDE NITREUX).

FOSSILES. Substances terreuses, pierreuses et minérales, que l'on trouve ou à la surface de la terre, ou dans son sein. C'est de là que ces substances ont

reçu le nom de *Fossiles*, du mot latin *fodere*, qui signifie *fouiller*, parce que c'est ordinairement en fouillant la terre qu'on les rencontre. On appelle aussi ces sortes de substances, *Minéraux*, et on les divise en plusieurs classes. (*Voyez* MINÉRAUX).

On a donné plus particulièrement le nom de *Fossiles* à toutes les coquilles ou autres corps marins, pétrifiés ou non-pétrifiés, qui se trouvent en terre, ainsi qu'à tous les noyaux de coquilles, c'est-à-dire, à la substance pierreuse ou minérale qui s'est moulée dans les coquilles.

FOUDRE *ou* CARREAU. Feu très-vif qui éclate contre quelque objet terrestre, qui est capable de suffoquer les animaux et de les faire périr dans un instant, qui renverse en un clin-d'œil les édifices les plus solides, qui brise, qui brûle et qui fond les corps les plus durs.

La *Foudre*, dont on a si long-temps cherché, sans succès, la cause physique, est reconnue aujourd'hui pour un phénomène d'électricité. Ce n'est autre chose que l'éclair lui-même (*Voyez* ECLAIR.), qui, semblable quant au fond, mais très-différent quant à la violence, à une étincelle électrique, éclate entre une nuée actuellement électrisée et quelque objet terrestre. (*Voyez* TONNERRE).

Chaque coup de tonnerre seroit la *Foudre*, s'il frappoit quelque objet terrestre. La *Foudre* et le tonnerre sont donc la même chose; mais on nomme *Foudre* le coup de tonnerre qui éclate contre quelque corps terrestre.

FOUDROYANT. (*Coup*) (*Voyez* COUP FOUDROYANT).

FOULANTE. (*Pompe*) (*Voyez* POMPE FOULANTE).

FOURNEAU. Un *Fourneau* est une espèce de tour ronde ou quarrée, creuse, quelquefois un peu évasée par le haut, avec des échancrures, pour donner passage à l'air. Elle doit avoir au moins deux ouvertures latérales; une supérieure, qui est la porte du foyer, une inférieure qui est la porte du cendrier. Dans l'intervalle de ces deux portes le *Fourneau* est partagé en

deux par une grille placée horizontalement, qui forme une espèce de diaphragme, et qui est destinée à soutenir le charbon. La capacité qui est au-dessus de la grille, se nomme *Foyer*, parce qu'en effet c'est dans cette partie que l'on entretient le feu : la capacité qui est au-dessous, porte le nom de *Cendrier*, par la raison que c'est dans cette partie que se rassemblent les cendres à mesure qu'elles se forment. Il y a d'autres espèces de *Fourneaux* employés par les chymistes. C'est dans les traités de chymie qu'on en trouvera la description et les usages.

FOURNEAU. Nom que l'on donne en Astronomie à une des constellations de la partie australe du ciel, et qui est placée auprès du tropique du Capricorne, au-dessous de la Baleine et au-dessus de l'extrémité méridionale de l'Eridan. C'est une des quatorze nouvelles constellations formées par *l'abbé de la Caille*, d'après les observations qu'il a faites pendant son séjour au Cap de Bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1752, pl. XX ; elle est composée d'un *Fourneau* chymique, avec son alambic et son récipient.

FOYER. *Terme de Géométrie.* C'est dans une figure le point de l'axe où l'ordonnée est égale au paramètre. Soit la parabole *TAO* (*Pl. II, fig.* 5.) ; dans cette figure le point *F*, pris dans l'axe *A B*, et éloigné du sommet *A* d'une quantité *AF* égale à la quatrième partie de son paramètre *PR*, est ce qu'on appelle son *Foyer*. Dans ce point-là l'ordonnée *EM* est égale au paramètre *PR*. Soit encore l'ellipse *AMB a MbA* (*Pl. II, fig.* 2.) ; dans cette figure les points *F*, *f*, pris dans son grand axe *Aa*, également éloignés de son centre *C*, et tellement éloignés de ce centre *C*, qu'en tirant deux lignes droites de ces deux points *F*, *f*, à un même point quelconque de la circonférence, la somme de ces deux lignes droites soit toujours égale au grand axe *Aa* ; ces deux points, dis-je, sont ce qu'on appelle les *Foyers* de l'ellipse. Dans ces points-là les ordonnées *DE* ou *de* sont égales au paramètre *p*.

Il suit de là qu'on trouve les *Foyers* d'une ellipse,

en prenant avec un compas la moitié du grand axe, et en décrivant des extrémités du petit axe, comme centres, des arcs qui coupent le grand axe. Les points d'intersection sont les *Foyers*.

On appelle ces points *Foyers*, par la propriété qu'ils ont de réunir les rayons qui viennent frapper la courbe suivant certaines directions.

FOYER. *Terme d'Optique*. On appelle *Foyer* le point où se réunissent les rayons de lumière réfléchis par un miroir concave, ou rompus et réfractés par un verre convexe, un objectif de lunette, etc.

Dans un miroir concave ce point est éloigné du miroir d'une distance à-peu-près égale au quart du diamètre de la concavité. (*Voyez* MIROIR CONCAVE).

Le *Foyer* d'un verre convexe, de courbures égales de l'un et de l'autre côté, est à-peu-près à l'extrémité du rayon de sa convexité. (*Voyez* VERRE CONVEXE).

Le *Foyer* d'un verre plan-convexe est à-peu-près à l'extrémité du diamètre de sa convexité. (*Voyez* VERRE PLAN-CONVEXE).

Sur les propriétés des différentes espèces de *Foyers*, *voyez la Dioptrique* de Descartes et celle d'Huyghens.

Bouguer a remarqué, dans son ouvrage sur la figure de la terre, *pag.* 203 *et suivantes*, que le *Foyer* des grandes lunettes est différent, 1°. selon la constitution des yeux de l'observateur; 2°. selon qu'on enfonce ou retire l'oculaire; 3°. selon la constitution actuelle de l'atmosphère : et il donne des moyens de se précautionner contre ces variations. *Voyez l'article* LUNETTE.

Lorsque les rayons réfléchis ou rompus sont divergens, mais de manière que ces rayons prolongés iroient se réunir, soit exactement, soit physiquement en un même point, ce point est appelé *Foyer virtuel* ou *imaginaire*, et par d'autres, points de dispersion. Ainsi (*fig.* 11, *Pl. LXXXV.*), si les rayons *fa*, parallèles à l'axe *de*, sont rompus par le verre *ab*, suivant *ak*, en sorte qu'ils concourent en *e* étant prolongés; ce point *e* est le *Foyer virtuel* de ces rayons.

FRAGILITÉ. Qualité par laquelle certains corps peuvent se briser aisément par le choc. On appelle

Fragiles les corps dont les parties se séparent facilement les unes des autres par le choc; ils diffèrent des corps mous, en ce que, dans ceux-ci, les parties se déplacent par le choc sans se séparer ni se rétablir; des corps élastiques, en ce que les parties se déplacent dans ces derniers pour se rétablir ensuite; et des corps durs, en ce que les parties ne se déplacent pas dans les corps de cette dernière espèce. Mais d'où vient la *Fragilité* de certains corps? On le sait aussi peu qu'on sait d'où vient la dureté, la fluidité, la mollesse et l'élasticité de certains autres. *Voyez ces mots.*

FRÉMISSEMENT. Mouvement des petites particules d'un corps, qui consiste en des vibrations très-promptes et très-courtes de ces particules. Quand nous disons que ces vibrations sont courtes, nous n'entendons pas parler de leur durée, mais de leur étendue : cela veut donc dire qu'elles ont très-peu d'amplitude.

On remarque ce *Frémissement* surtout dans les corps sonores, comme les cloches, les cordes d'instrumens de musique, etc. (*Voyez* Son).

FRIABLE. Épithète que l'on donne aux corps tendres qui se divisent ou se réduisent aisément en poudre entre les doigts; ce qui vient sans doute de ce que la cohésion, qu'ont leurs parties entr'elles, est si petite, qu'elle ne s'oppose que très-foiblement à leur désunion. Tel est le sucre, le plâtre, les os calcinés, etc.

FRIGORIFIQUE. Épithète que l'on donne à ce qui produit le froid. (*Voyez* Froid).

Quelques Philosophes, principalement *Gassendi*, et les autres Philosophes corpusculaires, nient que le froid soit une simple privation ou absence du feu; ils soutiennent qu'il y a des parties *frigorifiques* réelles aussi bien que des particules ignées, et, selon eux, c'est de ces parties que viennent le froid et le chaud. Quelques Philosophes modernes n'admettent point d'autres particules *frigorifiques* que les sels nitreux qui nagent dans l'air, et qui occasionnent la gelée lorsqu'ils y sont en grande abondance.

Le docteur *Clarck*, par exemple, veut que le froid soit produit par certaines particules nitreuses et salines, qui, par leur nature, ont des formes capables de pro-

duire ces effets ; c'est ce qui fait, selon lui, que le muriate d'ammoniaque, le salpêtre, le sel d'urine et plusieurs autres sels volatils et alkalisés, étant mêlés avec l'eau, augmentent très-sensiblement le degré de froid ; ce peut être aussi, selon lui, la raison de ce fait, connu de tout le monde, que le froid empêche la corruption, quoique cependant ce ne soit pas une vérité si générale qu'elle ne souffre quelqu'exception ; puisque les corps les plus durs, dont les pores viennent à être remplis d'eau, et exposés ensuite à la gelée, se brisent et se crèvent, et que la gelée détruit les parties de quelques plantes : sur quoi *Voyez* FROID, GLACE.

FRIMAIRE. Troisième mois de l'année de la république française. Ce mois, qui a 30 jours comme les onze autres, commence le 21 novembre et finit le 20 décembre : mais dans l'année qui suit immédiatement l'année sextile, ce mois *Frimaire* commence le 22 novembre et finit le 21 décembre, parce que l'année sextile a six jours complémentaires ; ce qui retarde d'un jour le commencement de l'année suivante. (*Voyez* ANNÉE SEXTILE). Le nom *Frimaire* lui a été donné à cause des frimats qui ont communément lieu dans ce mois.

FRIMATS. C'est la même chose que le *Givre*. (*Voy.* GIVRE).

On donne aussi le nom de *Frimats* à la gelée, à la neige, au verglas, et en général à tous les effets naturels de cette espèce, qui caractérisent l'hiver et le froid. (*Voyez* FROID).

FROID. Diminution de chaleur plus ou moins grande. On voit, par cette définition, que nous regardons le *Froid* comme une qualité négative : le *Froid* n'est en effet qu'une moindre chaleur, car il n'y a point de corps qui en soient totalement privés, et les corps ne sont *Froids* que relativement à d'autres corps plus chauds qu'eux, auxquels on les compare. Nous appelons *Froids*, dit *s'Gravesande*, *Element. Phys. Lib. III*, *cap. vj*, les corps moins chauds que les parties de notre corps auxquelles ils sont appliqués, et qui par cela même diminuent la chaleur de ces parties, comme nous nommons *chauds* ceux qui augmentent

cette chaleur. A notre égard, le *Froid* n'est que le sentiment qu'excite en nous la diminution de chaleur que notre corps éprouve. Il y a donc de la chaleur dans le corps que nous nommons *Froid*, mais une chaleur toujours moindre que celle de notre corps, puisqu'elle diminue celle-ci. (*Voyez l'endroit cité ci-dessus*).

Un corps, quel que soit son degré de chaleur, est donc *Froid* par rapport à tous les autres corps plus chauds que lui; mais il est chaud, si on le compare à des corps dont le degré de chaleur soit inférieur au sien. Les glaces des pays tempérés sont *Froides* comparées à l'eau encore liqueur; mais elles sont chaudes, si on les compare aux glaces du nord. L'eau bouillante est *Froide* relativement au verre et aux métaux fondus. En un mot, dans ceci, tout n'est que relatif.

Pour développer la nature du *Froid*, considéré dans les corps comme une propriété ou qualité sensible, il est nécessaire d'en exposer d'abord les principaux effets; ils sont pour la plupart entièrement opposés à ceux que produit la chaleur. (*Voyez* CHALEUR *et* FEU). Les corps en général, tant solides que fluides, se raréfient en s'échauffant, c'est-à-dire, que la chaleur augmente leur volume et diminue leur pesanteur spécifique; le *Froid*, au contraire, les condense, il les rend plus compactes et plus pesans, ce qui doit être entendu, comme on le verra bientôt avec quelques restrictions. Cette condensation est plus grande, quand le degré de *Froid* qui l'opère, est plus vif. Les corps les plus durs, tels que les métaux, le marbre, le diamant même, à mesure qu'ils se refroidissent, se réduisent, comme les autres corps, à un moindre volume. L'eau et les liqueurs aqueuses suivent cette loi jusqu'au moment qui précède leur congélation; mais en se gelant, et, lorsqu'elles sont gelées, elles semblent sortir totalement de la règle : elles se dilatent alors très-sensiblement et diminuent de poids par rapport à l'espace qu'elles occupent; plus le *Froid* est violent, plus la dilatation, qu'elles éprouvent dans cet état, est considérable. Il y a beaucoup d'apparence, comme nous le ferons voir à l'*article* GLACE, que ce phénomène dépend d'une autre cause que de l'action immédiate du *Froid*

sur les parties intégrantes des liquides dont nous parlons. Les huiles se condensent toujours par le *Froid*, soit avant leur congélation, soit en se gelant, et surtout lorsqu'elles sont gelées. Les graisses, la cire, les métaux fondus (à l'exception du fer, qui, dans les premiers instans qu'il perd la liquidité qu'il avoit acquise par la fusion, se trouve, suivant les observations de *Réaumur*, dans le même cas que les liqueurs aqueuses); tous ces corps, dis-je, et d'autres semblables rendus fluides par l'action du feu, à mesure qu'ils se refroidissent, se resserrent toujours de plus en plus, et occupent constamment un moindre volume.

Le *Froid* lie les corps et leur donne de la fermeté et de la consistance; il augmente la solidité des uns, il diminue la fluidité des autres; il rend même entièrement solides la plupart de ces derniers, lorsqu'il a atteint un certain degré, susceptible de plusieurs variétés déterminées par les circonstances, et qui d'ailleurs n'est pas le même, à beaucoup près, pour tous les fluides dont il est ici question. On ne sauroit nier au moins qu'il n'accompagne toujours la congélation. Le *Froid* produit beaucoup d'autres effets moins généraux, qui paroissent se rapporter à ceux que nous venons d'indiquer.

Si nous considérons dans les corps *Froids* l'action qu'ils exercent sur nos organes, nous n'aurons pas de peine à comprendre comment un corps moins chaud que les parties de notre corps auxquelles il est appliqué, peut, en diminuant la chaleur de ces mêmes parties, exciter en nous la sensation de *Froid*. Et premièrement il est clair que l'application d'un tel corps doit diminuer le degré de chaleur de nos organes, suivant ce principe général, que deux corps inégalement chauds, étant contigus, le plus chaud des deux communique de la chaleur à l'autre et en perd lui-même. D'un autre côté, cette diminution de chaleur introduisant dans nos organes un véritable changement, pourquoi la sensation de *Froid* n'en pourroit-elle pas résulter?

Consultons l'expérience; elle nous apprendra que la sensation de *Froid* est relative à l'état actuel de l'organe du toucher; de sorte qu'un corps est jugé

Froid,

Froid, quand il est moins chaud que les parties de notre corps auxquelles il est appliqué, quoiqu'à d'autres égards le degré de sa chaleur soit considérable. C'est par cette raison que des caves d'une certaine profondeur, qui réellement sont plus chaudes en été qu'en hiver, nous paroissent si *Froides* dans la première de ces deux saisons et si chaudes dans la dernière. Il arrive souvent en été qu'un orage succède à des chaleurs excessives et suffocantes. A peine cet orage est-il passé que l'air semble se rafraîchir, et que cette grande chaleur est suivie d'un *Froid* très-incommode. Nos corps sont vivement affectés de ce prompt changement; ils frissonnent, et l'on diroit presque qu'on est au milieu de l'hiver. Cependant le thermomètre prouve que cet air, qui paroît si *Froid*, est réellement si chaud, que s'il l'étoit à ce point en hiver, nous ne serions pas en état d'en supporter la chaleur. En effet si, dans le temps de la plus forte gelée, on excitoit dans une chambre un degré de chaleur, qui, au rapport du thermomètre, seroit le même absolument que celui qu'a l'athmosphère au mois d'août, après quelqu'un de ces orages dont on vient de parler, il n'y auroit aucun homme qui, sortant d'un lieu découvert; où il auroit été exposé pendant quelque temps à un air *Froid*, pût soutenir la chaleur de cette chambre sans tomber en défaillance. *Boerhaave, Chym. tom. I, tract. de igne.* Les Voyageurs nous disent que les nuits de certains pays, situés sous la zone torride, sont quelquefois si *Froides*, qu'elles causent des engelures aux Européens même établis depuis quelque temps dans ces pays. Ces mêmes nuits seroient jugées fort tempérées dans d'autres climats. (*Voyez Observ. Phys. et Mathém. faites aux Indes et à la Chine, dans les anciens Mémoires de l'Académie, tome VII, part. II.* Il seroit facile de multiplier ces sortes d'exemples, mais ceux-ci sont plus que suffisans pour prouver que la sensation de *Froid* peut être facilement conçue comme une perception confuse de l'impression que fait sur nous une moindre chaleur. Tous les autres effets du *Froid* s'expliquent avec la même facilité par la simple notion d'une chaleur affoiblie.

C'est en vain qu'on auroit recours à des parties frigorifiques, dont l'existence, pour ne rien dire de plus, n'est nullement prouvée. On ne nie pas que certaines particules subtiles, s'introduisant dans les pores d'un corps, ne puissent en chasser le feu, au moins en partie, et on conviendra de même qu'elles pourront diminuer le mouvement intestin des parties du corps, si, comme le prétendent quelques philosophes, un certain mouvement déterminé constitue la chaleur. C'est en agissant de la sorte que les sels communiquent, en se fondant, un nouveau degré de *Froid* à la neige ou à la glace pilée. Mais, outre qu'il n'est pas prouvé que les corpuscules salins ou d'autres particules de cette espèce se trouvent toujours partout où il y a diminution de chaleur, il est certain d'ailleurs que ces sortes de particules ne sont point frigorifiques dans le sens qu'on attache communément à ce terme. Les Gassendistes, et ceux qui pensent comme eux à cet égard, désignent par-là des parties, qui non-seulement chassent le feu des corps, mais qui de plus exercent une action particulière sur les organes de nos sens, en se repliant autour des filamens de la peau, en les serrant et les tiraillant, ce qui cause ce sentiment vif et piquant que nous appelons *Froid*; or l'existence de ces sortes de parties n'est constatée, comme je l'ai déjà dit, par aucun phénomène. (*Voyez ce qu'on dira ci-après du Froid artificiel*).

Le *Froid* n'étant qu'une chaleur affoiblie, le plus grand degré de refroidissement d'un corps est la privation de toute chaleur. Un corps, refroidi à ce degré, seroit *Froid* absolument et à tous égards; ainsi on a raison de donner à cette extinction totale de chaleur le nom de *Froid absolu*. Il y a apparence qu'un tel *Froid* n'existe point dans la nature. La chaleur tend toujours à se répandre partout uniformément. Ainsi nul corps n'est probablement exempt de toute chaleur. Or, une grande partie de la chaleur des corps terrestres venant de l'action que le soleil exerce sur eux, il est évident que tout ce qui affoiblit cette action doit par-là même contribuer au *Froid*. On a vu, au mot Chaleur, quelles sont les causes générales du chaud

en été et du *Froid* en hiver; c'est pourquoi nous y renvoyons.

Les causes particulières et accidentelles du *Froid*, en se mêlant avec la cause générale, empêchent qu'on ne puisse reconnoître ce qui appartient précisément à celle-ci; ces causes accidentelles sont de plusieurs sortes. Celles qu'on a raison de regarder comme les principales, sont la situation particulière des lieux, la nature du terrein, l'élévation ou la suppression de certaines vapeurs ou exhalaisons, les vents.

Plusieurs pays sont, par leur situation particulière, beaucoup plus *Froids* que leur latitude ne semble le comporter. En général, plus le terrein d'un pays est élevé, plus le *Froid* qu'on y éprouve est considérable. C'est une chose constante qu'à toutes les latitudes et sous l'équateur même, la chaleur diminue et le *Froid* augmente, à mesure qu'on s'éloigne de la surface de la terre; de là vient qu'au Pérou, dans le centre même de la zone torride, les sommets de certaines montagnes sont couverts de neiges et de glaces, que l'ardeur du soleil ne fond jamais. La rareté de l'air, toujours plus grande dans les couches plus élevées de notre atmosphère, paroît être la principale cause de ce phénomène; un air plus rare et plus subtil, étant plus diaphane, doit recevoir moins de chaleur par l'action immédiate du soleil. En effet, quelle impression pourroient faire les rayons de cet astre sur un corps qui se laisse traverser presque sans obstacle? La chaleur du soleil, réfléchie par les particules de l'air, échauffe beaucoup plus que la chaleur directe. Or, les particules d'un air subtil étant fort écartées les unes des autres, les rayons qu'elles réfléchissent sont en trop petite quantité. A cette raison générale, ajoutons; pour expliquer le *Froid* qui se fait sentir sur le sommet des montagnes, que le soleil n'éclaire chacune des faces d'une montagne que pendant peu d'heures; que les rayons sont souvent reçus fort obliquement sur ces différentes faces; que sur une haute pointe de rocher fort escarpé, laquelle est toujours d'un très-petit volume, la chaleur n'est point fortifiée, comme dans une plaine horizontale, par une multitude de rayons, qui,

réfléchis sur la surface de la terre, se croisent et s'entrelacent dans l'air de mille manières différentes. *Bouguer, Relation abrégée du Voyage fait au Pérou*, à la tête du livre intitulé : *La figure de la terre déterminée par les observations.*

Les vents ont une influence très-marquée sur les vicissitudes des saisons; ils ne rafraîchissent point l'air par leur mouvement, mais ils apportent souvent avec eux l'air de certaines régions plus *Froides* que la nôtre : ce qui fait le même effet. Dans notre hémisphère boréal, le vent de nord est *Froid*, principalement en hiver, parce que les pays d'où il vient sont plus *Froids*, par leur position, que ceux où sa direction le porte. Il faut dire le contraire du vent du sud, qui, dans notre hémisphère, souffle des pays chauds vers les pays *Froids*. Il est aisé de comprendre que, dans l'hémisphère austral, le vent de nord est chaud, et le vent du midi *Froid*.

Depuis qu'on a rectifié la construction des thermomètres, on a observé avec beaucoup d'exactitude certains *Froids* excessifs en différens lieux de la terre. La table suivante fera connoître quelques-uns des principaux résultats de ces diverses observations; elle est tirée d'une autre table un peu plus étendue, donnée par *de Lisle*, à la suite d'un Mémoire très-curieux du même académicien, sur les grands *Froids* de la Sibérie. Ce Mémoire est imprimé dans le *Recueil de l'Académie des Sciences de l'année* 1749.

Table des plus grands degrés de froid observés jusqu'ici en différens lieux de la terre.

	Degrés au-dessous de la congélation, suivant la division de Réaumur.
A Astracan, en 1745	24 ½
A Pétersbourg, en 1749.	30
A Québec, en 1743	33
A Torneaº, en 1737	37
A Tomsk, en Sibérie, en 1735	55 ½
A Kirenga, en Sibérie, 1738.	66 ⅔
A Yeniseik, en Sibérie, en 1735.	70

En jetant les yeux sur cette table, on sera bientôt pleinement convaincu qu'un *Froid* égal à celui qui se fit sentir à Paris en 1709, exprimé par 15 ½ degrés au-dessous de la congélation, est un *Froid* très-médiocre à beaucoup d'égards. Il suffit de comparer ce degré de 1709 avec la plupart de ceux qu'on a marqués dans la table.

FROID ARTIFICIEL. On appelle *Froid artificiel* celui que les hommes occasionnent par différens moyens. Ces moyens sont de deux espèces. 1°. L'application d'un corps moins chaud à un plus chaud, qu'on veut refroidir. 2°. Le mèlange intime de différentes substances, soit solides, soit fluides.

Le premier de ces moyens est le plus simple et le plus en usage. Puisque la chaleur tend, autant qu'elle peut, à se répandre uniformément, le corps le plus chaud doit se refroidir, en communiquant une portion de sa chaleur au moins chaud. C'est ainsi que pour rafraîchir de l'eau, du vin, ou d'autres liqueurs, on les met dans de l'eau bien *Froide*, ou dans de la glace ou de la neige.

A l'égard du *Froid*, qui résulte des différens mèlanges qui font notre second moyen de refroidissement, il est occasionné par la pénétration mutuelle des substances que l'on mêle, dans les pores l'une de l'autre; laquelle pénétration chasse pour un temps une portion de la matière du feu qui résidoit dans ces pores: d'où résulte une moindre chaleur ou du *Froid*. La preuve de cela, c'est que, si cette pénétration n'a pas lieu, il n'y a point de refroidissement: c'est ce qu'on observe, lorsqu'on mêle ensemble du sel marin et de la glace assez *Froide* et assez sèche pour ne pas fournir d'humidité capable de dissoudre le sel: et il ne faut pas dire que cette glace est si *Froide* qu'elle ne peut plus se refroidir; car si, au lieu de sel, on y mêle de l'acide muriatique ou de l'acide nitrique, le *Froid* est porté à un point excessif.

Voyons maintenant ce que l'expérience nous apprend au sujet du *Froid*, qui résulte de ces divers mèlanges.

1°. Si dans une suffisante quantité d'eau, on jette du nitre, ou du sel gemme, ou du sel marin, ou du.

muriate d'ammoniaque, ce sel, en se dissolvant dans l'eau, la refroidira au-delà même du degré ordinaire de la congélation, si la froideur de cette eau en approchoit déjà : à cet égard, le muriate d'ammoniaque est de tous les sels le plus efficace. Un kiliogramme qu'on en jette dans quatre litres d'eau, fait descendre la liqueur du thermomètre de *Réaumur*, de quatre, cinq ou six degrés plus ou moins, selon le degré de *Froid* qu'avoit l'eau, avant qu'on y eût mis le sel. De l'eau qu'on a refroidie de cette manière au-delà du terme de la glace, ne se gèle pourtant point. Si quelques gouttes séparées de cette dissolution viennent à se glacer, c'est par le hasard d'une prompte crystallisation, et par le concours de plusieurs circonstances rarement réunies. Geoffroy, *Mém. de l'Acad. des Sciences*, *Année* 1700, *pag.* 110 *et suiv.* de Mairan, *Dissert. sur la glace*, *pag.* 110 *et suiv.* Musschenbroëck, *Essai de Physique*, *Tom. I*, *chap.* XXVI. *et suiv.*

2°. Tous les sels concrets, ou qui sont sous forme sèche, de quelque espèce qu'ils soient d'ailleurs, acides, neutres ou alkalis, tant fixes que volatils, étant mêlés avec de la neige ou de la glace pilée, ce mèlange prend bientôt un nouveau degré de *Froid* plus ou moins considérable, selon que les sels ont plus ou moins de vertu, ou qu'on les emploie en différentes doses. La manière si connue de faire geler des liqueurs en été, malgré le chaud de la saison, est une suite de cette propriété des sels. (*Voyez* GLACE).

On voit, par toutes les expériences qu'on a faites jusqu'à présent, que les sels mêlés avec la glace la fondent promptement, et que ce n'est qu'en la fondant et en s'y dissolvant eux-mêmes, qu'ils la rendent plus *Froide*. Tout ce qui accélère cette fusion réciproque de la glace et des sels, doit hâter le refroidissement : au contraire, quand, par un moyen dont nous parlerons bientôt, on empêche cette fusion, nulle nouvelle production du *Froid*.

Deux parties de sel marin mêlées avec quatre parties de glace pilée, font descendre, dans les jours les plus chauds, la liqueur du thermomètre de *Réaumur* à 15 degrés au-dessous de la congélation; le muriate d'am-

moniaque, un peu moins actif à cet égard, ne donne à la glace que 13 degrés de *Froid*. L'efficacité du salpêtre raffiné, ou de la troisième cuite, est beaucoup moindre; le *Froid* qui en résulte n'est que de 3 degrés $\frac{1}{2}$; le salpêtre de la première cuite, qui contient beaucoup de sel marin, fait descendre le thermomètre de 11 degrés. Il suit évidemment de là qu'on s'est trompé pendant long-temps, quand on a regardé le salpêtre comme le sel le plus propre aux congélations artificielles. Le sel marin fait plus d'effet : cependant il ne tient pas ici le premier rang, puisque le *Froid* qu'il produit est inférieur de deux degrés à celui que donne le sel gemme, et de deux degrés et demi au *Froid* qu'on fait naître avec de la potasse, qui est un sel alkali. Tout ceci est constant par les expériences de *Réaumur*. *Voyez le Mémoire* de cet académicien sur les congélations artificielles, *dans le recueil de l'Académie des Sciences pour l'année* 1734.

3°. Les acides muriatique et nitrique possèdent, à un plus haut degré que les sels concrets, la vertu de produire le *Froid*. De l'acide nitrique qu'on aura eu soin de refroidir jusqu'au point de la congélation du thermomètre, étant versé sur de la glace pilée, dont le poids soit environ double du sien, on verra bientôt le thermomètre descendre avec vitesse jusqu'à 19 degrés. On produira un degré de *Froid* plus considérable, si, avant que de verser l'acide nitrique sur la glace pilée, on a fait prendre à ces deux matières un *Froid* beaucoup plus grand que celui de la congélation, en les environnant séparément l'une et l'autre de glace, mêlée avec d'autre acide nitrique : on a, par cette préparation, un acide nitrique déjà très-*Froid*, qui, versé sur de la glace extrêmement refroidie, fera descendre le thermomètre à 25 degrés. En refroidissant davantage, par cette même voie, l'acide nitrique et la glace, nous aurons de plus grands degrés de *Froid*. De cette manière, *Fahrenheit* a poussé le *Froid* artificiel jusqu'à 40 degrés au-dessous du zéro de sa division, ou, ce qui revient au même, au 28, 78 degré du thermomètre de *Réaumur*. *Voyez* le détail curieux de l'expérience de *Fahrenheit*, dans la *Chymie de Boerhaave*, *Expér.* IV. *Coroll.* 4.

Il est possible, en pratiquant cette même méthode, d'augmenter de beaucoup le *Froid* qui résulte du mélange de la glace et d'un sel concret, quoiqu'on ne puisse jamais rendre ce dernier *Froid* égal à celui que l'on obtient en employant des acides. Si, par exemple, avant de mêler la glace et le sel marin, on a fait prendre à chacune de ces deux matières 14 degrés de *Froid*, on pourra en faire naître un *Froid* de 17 degrés $\frac{1}{2}$, qu'il sera facile de pousser ensuite jusqu'a 22 degrés, en suivant toujours le même procédé, pourvu néanmoins qu'après avoir mis ensemble la glace et le sel déjà refroidis, on verse sur ce mélange de l'eau chargée de sel marin, et *Froide* de 8 à 9 degrés : sans cela, comme *Réaumur* l'a éprouvé, le sel et la glace ne se fondant point l'un l'autre, il n'y auroit aucun nouveau *Froid*; c'est qu'un *Froid* de 12 à 14 degrés a congelé l'humidité nécessaire à ces deux substances, pour s'entamer réciproquement. Cette manière de dessécher le sel et la glace, en les refroidissant, est le moyen que nous avons annoncé plus haut de mettre obstacle à leur fusion, et d'empêcher par-là la production d'un nouveau *Froid*.

Quoique le sel marin soit fort supérieur au salpêtre par rapport à l'effet dont il s'agit, l'acide muriatique est cependant un peu inférieur à l'acide nitrique. Eût-on deviné cette bizarrerie apparente? Mais ce qui paroîtra plus singulier, c'est le *Froid* causé par une liqueur ardente et inflammable, comme l'esprit-de-vin : ce *Froid* n'est inférieur que d'environ deux degrés à celui que produit l'acide nitrique employé précisément de la même façon.

En général toutes les liqueurs, soit acides, soit spiritueuses, refroidissent la glace en la fondant; les liqueurs alkalines volatiles, telle que l'ammoniaque, font le même effet. Les huiles fondent bien la glace; mais, comme elles ne se mêlent point avec l'eau qui lui succède, elles ne donnent aucun nouveau *Froid*. *Réaumur*, dans le Mémoire déjà cité. *Musschenbroëck*, *Tentamina Experimentorum naturalium*, etc.

4°. Certaines dissolutions chymiques, accompagnées d'effervescences, sont cependant *Froides*, et font des-

condre le thermomètre qui y est plongé. C'est ce qu'on éprouve, quand on mêle des alkalis volatils avec différentes liqueurs acides, par exemple ; le sel volatil d'urine avec le vinaigre distillé ; le muriate d'ammoniaque étant jeté dans l'acide nitrique ou sulfurique, fait aussi, avec chacune de ces deux liqueurs, une effervescence *Froide* très-considérable.

Du mèlange du muriate d'ammoniaque et de l'acide sulfurique, il en sort pendant l'effervescence des vapeurs chaudes. Si, par exemple, on projette sur trois grammes d'acide sulfurique, deux grammes de muriate d'ammoniaque, il s'en exhalera une fumée qui fera monter un thermomètre, placé immédiatement au-dessus d'elle, d'environ quatre degrés et demi de la division de *Réaumur*, tandis qu'un autre thermomètre placé dans le mèlange, baissera de plus de cinq degrés.

FROTTEMENT. Passage d'une surface d'un corps sur celle d'un autre corps. Toutes les fois que deux surfaces glissent l'une sur l'autre, il y a *Frottement*, qui oppose une résistance ; parce que ces surfaces, quelque polies qu'elles nous paroissent, ne le sont jamais parfaitement : ce sont toujours des assemblages de petites éminences et de petites cavités. Lors donc que deux surfaces se touchent, les éminences de l'une entrent dans les cavités de l'autre : et, pour les faire glisser l'une sur l'autre, il faut ou arracher les parties engagées, ou soulever le corps pour les dégager, et par conséquent vaincre le poids de ce corps. Or il faut une force réelle, ou pour vaincre le poids du corps, ou pour en arracher les parties engagées : et ce qui résiste à cette force, est ce qu'on appelle *Frottement*.

La surface d'un corps peut parcourir la surface d'un autre corps de deux manières, ou simplement en glissant, ou en roulant. Dans le premier cas, il y a application successive des mêmes parties d'une surface à différentes parties de l'autre ; comme lorsqu'on fait glisser une planche sur une table. Dans le second cas, il y a application successive des différentes parties d'une surface à différentes parties de l'autre ; comme lorsqu'on fait rouler une boule ou une roue sur un terrein. De là on distingue deux sortes de *Frottemens*. Lorsque les

corps glissent l'un sur l'autre, le *Frottement* se nomme celui de la première espèce : lorsque l'un roule sur l'autre, le *Frottement* se nomme celui de la seconde espèce.

Ces deux espèces de *Frottemens* opposent une résistance, et ralentissent le mouvement des corps; mais la résistance de celui de la seconde espèce est moindre que celle de l'autre, et produit moins d'effet; car pour vaincre la résistance du *Frottement* de la première espèce, il faut ou soulever le corps glissant, ou en rompre les parties engagées; au lieu que, dans celui de la seconde espèce, les parties engagées du corps roulant quittent et se désengrènent à-peu-près comme le font les dents de deux roues qui roulent l'une sur l'autre. (*Voyez Pl. LXXVI, fig.* 38).

Il n'est point du tout aisé d'évaluer la résistance qu'occasionnent les *Frottemens*. Le passage d'une surface sur une autre en fait une d'autant plus grande, et est d'autant plus retardé, que ces surfaces ont plus d'inégalités; mais ce plus ou ce moins d'inégalités varie à l'infini, et est très-difficile à connoître. Les autres qualités, savoir, la grandeur des surfaces frottantes, la force qui presse ces surfaces l'une sur l'autre, la vîtesse avec laquelle elles se meuvent, sont plus faciles à estimer; mais comme leur valeur est relative à l'état actuel des surfaces frottantes, et que cet état est peu connu, il reste toujours de l'incertitude. Il faut donc le plus souvent se contenter d'un à-peu-près. Il est assez d'usage de supposer, dans les grandes machines, un tiers du mouvement employé pour vaincre la résistance des *Frottemens* : et quelquefois ce tiers ne suffit pas.

Quelques physiciens, comme *Amontons* et *de la Hire* (*Hist. de l'Acad. des Sciences, année* 1699, *pag.* 104) ont pensé que, pour évaluer les *Frottemens*, on ne devoit pas avoir égard à la grandeur des surfaces frottantes, mais seulement à la force qui presse ces surfaces les unes contre les autres; laquelle force n'est le plus souvent que le poids des corps, qu'il faut soulever pour les faire glisser; et que, par conséquent, lorsqu'une pièce de bois, par exemple, a plus d'épaisseur

dans un sens que dans l'autre, il est indifférent de traîner cette pièce de bois sur sa grande ou sa petite surface : que, dans les deux cas, la résistance des *Frottemens* est égale, parce que le poids de cette pièce demeure toujours le même. Cette opinion a été soutenue et appuyée sur des expériences ingénieuses et des raisonnemens spécieux. Cependant il est possible de faire voir par expérience qu'il y a des cas où il faut compter pour quelque chose la grandeur des surfaces, quoique l'augmentation des surfaces frottantes augmente moins la résistance des *Frottemens* que ne le fait l'augmentation des pressions. Et en effet, la première cause des *Frottemens* est l'inégalité des surfaces : en augmentant la grandeur de ces surfaces, on fait croître le nombre de ces inégalités : puisqu'on augmente la cause, l'effet doit être augmenté.

Voici en peu de mots ce que l'expérience prouve de certain, relativement aux *Frottemens*.

1°. Le *Frottement* de la première espèce cause une résistance beaucoup plus grande que celle que cause le *Frottement* de la seconde espèce.

2°. La résistance des *Frottemens* augmente par l'augmentation des surfaces frottantes.

3°. La résistance des *Frottemens* augmente par l'augmentation de la pression.

4°. A proportions égales, la résistance des *Frottemens* augmente beaucoup plus par l'augmentation de la pression, que par l'augmentation des surfaces frottantes : c'est-à-dire, que cette résistance est beaucoup plus augmentée, en doublant ou triplant la pression, qu'en doublant ou triplant l'étendue des surfaces frottantes.

Lorsque la résistance des *Frottemens* est trop grande, on la diminue beaucoup en enduisant les surfaces frottantes de quelque matière grasse. Cela produit deux effets qui contribuent à cette diminution. 1°. Cette matière grasse remplit en partie les creux, et par-là rend moindres les inégalités des surfaces. 2°. Ce qui demeure de trop de cette matière grasse, et qui ne se loge pas dans les creux, fait l'équivalent de petites pièces

roulantes entre les surfaces, et change le *Frottement* de la première espèce en celui de la seconde.

Si au contraire on ne trouve pas la résistance des *Frottemens* assez grande, comme lorsqu'on craint qu'une voiture se précipite dans une descente trop rapide, on cherche à changer le *Frottement* de la seconde espèce, en celui de la première, et l'on y réussit en enrayant.

Il est très-difficile, comme nous l'avons déjà dit, peut-être même impossible, de déterminer au juste la valeur des *Frottemens* et d'en connoître les loix, parce que cette valeur dépend toujours de l'état actuel des surfaces frottantes, lequel n'est jamais assez connu. Je crois que, de tous les moyens qui ont été employés pour cela, le plus simple et le moins sujet à équivoque, est de se servir du plan incliné, auquel on donne une inclinaison telle que le *Frottement* du plan et la pesanteur du corps, soient précisément en équilibre. L'inclinaison du plan, fait connoître la force qui seroit nécessaire pour retenir ce corps sur un plan parfaitement poli, qui n'occasionneroit aucun *Frottement*. De cette façon le *Frottement* qui tient lieu de cette force, seroit connu sans équivoque. (*Voyez* PLAN INCLINÉ). Cette méthode a été suivie par quelques Physiciens : mais il ne paroît pas qu'on en ait tiré un grand parti.

FRUCTIDOR. Douzième mois de l'année de la république française. Ce mois, qui a trente jours comme les onze autres, commence le 18 août et finit le 16 septembre. On lui a donné le nom *Fructidor* parce que dans ce mois on recueille beaucoup de fruits.

FULMINANT. *(Or) (Voyez* OR FULMINANT).

FULMINANTE. *(Poudre) (Voyez* POUDRE FULMINANTE).

FUMÉE. Vapeur plus ou moins sensible, et plus ou moins épaisse, qui s'élève des corps qui brûlent.

La *Fumée* est composée des parties les plus grossières, qui servent à l'aliment du feu, dans le corps combustible : savoir, des parties terrestres, oléagineuses, aqueuses, et salines. Par conséquent, elle n'est pas fort différente de la flamme *(Voyez* FLAMME), et elle peut facilement se convertir en flamme, dès qu'on y joint

un peu de feu : c'est pour cela qu'on peut faire prendre flamme avec très-peu de feu, à du bois qui fume beaucoup. Comme il y a dans la *Fumée* des parties qui ne peuvent servir de nourriture au feu, telles que les vapeurs, les sels et la terre, il est nécessaire que la *Fumée* puisse se dissiper librement, pour que le feu subsiste. (*Voyez* FEU).

FUNICULAIRE. (*Machine*) On appelle *Machine funiculaire* un assemblage de cordes, par le moyen desquelles deux ou plusieurs puissances soutiennent ou enlèvent un ou plusieurs poids. *Varignon* a mis cette machine au nombre des forces mouvantes; et elle est regardée comme la plus simple. (*Voyez* FORCE MOUVANTE).

FUSÉE DE MONTRE. Pièce d'une montre sur laquelle s'enveloppe la chaîne. Cette pièce (*Pl. XV, fig. 2.*) est d'une grande utilité pour la régularité du mouvement de la montre. Elle a la forme d'un cône tronqué, qu'on fait tourner sur son axe *A B*, et sur lequel on a pratiqué une gorge en spirale qui reçoit la chaîne. C'est au moyen de cette figure qu'elle remédie aux inégalités de force du ressort, qui, étant plus bandé lorsque la montre est nouvellement montée, et moins vers la fin de son développement, la feroit avancer dans le premier cas, et retarder dans le second.

Pour bien concevoir de quelle manière la *Fusée* d'une montre compense les inégalités de force de son ressort, il faut faire attention que lorsque la montre est nouvellement montée, la chaîne est presqu'en entier sur la *Fusée*, et que le bout de cette chaîne, qui est attaché au barillet, répond au plus petit diamètre *C D* de la *Fusée* : au contraire vers la fin du développement du ressort, la chaîne répond au grand diamètre *E F* de la *Fusée*. Dans le premier cas, le ressort est dans toute sa force : aussi tire-t-il par un levier dont la longueur n'est que la moitié du diamètre *C D* : à mesure qu'il se développe, et qu'il perd par conséquent de sa force, le levier, par lequel il tire, devient de plus en plus long; puisque le diamètre de la *Fusée* va en augmentant en allant de *D* en *F*. Et si cette augmentation de diamètre est bien proportionnelle à la diminution de la

force du ressort, la montre a un mouvement bien uniforme et bien régulier.

FUSIBILITÉ. Propriété qu'ont plusieurs corps de se fondre par l'action du feu. Pour connoître dans quels rapports entr'eux les métaux ont cette propriété, et quels sont les degrés de chaleur qui sont nécessaires pour les faire fondre, (*Voyez* PROPRIÉTÉ DES MÉTAUX).

FUSIL A VENT. Espèce de *Fusil* au moyen duquel on peut chasser des balles avec une assez grande violence, sans le secours de la poudre, et en n'employant que la force du ressort de l'air.

Ce *Fusil* (*Pl. XXVI, fig.* 6.) a la forme d'un *Fusil* ordinaire. On a représenté ici la batterie (*fig.* 7.), séparée du *Fusil*, afin de faire voir les pièces qui mettent la machine en jeu. Dans la crosse *A B C* (*fig.* 6.) du *Fusil*, est renfermée une boîte de fer, qui a une forme à-peu-près semblable à celle de la crosse qui la contient, et dont on voit l'extrémité en *C*. Cette boîte, qui est exactement soudée par-tout, a deux ouvertures, fermées par des soupapes, que nous décrirons bientôt. Elle est destinée à servir de réservoir à l'air que l'on introduit dans la machine. Pour cela on adapte une pompe foulante, semblable à celle qui est représentée *fig.* 4, à l'ouverture de la boîte qui se trouve au fond de la crosse. La pompe foule de l'air dans la boîte, qui, quand il y est entré, y est retenu par la soupape, qui l'empêche d'en sortir. Cette soupape *I K* ou *i k* (*fig.* 8.) est logée dans une boîte de métal à jour *M O* ou *m o* qui se visse à la boîte de fer : sa queue, qui est quarrée en *K* ou *k*, passe dans un trou de même figure qui est au fond de la boîte à jour, afin de la maintenir constamment dans sa position, et ne lui pas permettre de tourner. Sa partie conique *I* ou *i*, qui est formée de rondelles de cuir fort, placées les unes au-dessus des autres, se loge dans la cavité conique *l*, et la ferme exactement. Le prolongement de la queue passe d'une certaine quantité en *P* : on en verra ci-après l'usage. Entre le fond de la partie conique *I* ou *i*, et le fond de la boîte à jour, on a placé un ressort en spirale *S*, qui tend toujours à tenir la soupape fermée.

A l'autre extrémité *C* (*fig.* 6.) de la boite de fer, est placée une soupape tout-à-fait semblable à celle que nous venons de décrire, sur la partie *P* (*fig.* 8). de laquelle repose une tige quarrée *T* (*fig.* 6.), laquelle est appuyée et retenue par le levier *e g*, représenté séparément en *E G*. Ce levier est garni d'un appendice *g* ou *G*, qui avance d'environ 2 lignes (4 $\frac{1}{2}$ millimètres) : et la noix *n* ou *N* du chien est garnie d'un pareil appendice *d* ou *D* (*fig.* 7). Le canon *FH* (*fig.* 6.) se joint à la boite de fer en *C* par un petit canal *V e* un peu courbé. On met dans le fond *e* du canon une balle de calibre, retenue par une bourre légère.

Supposons maintenant qu'on ait fortement condensé l'air dans la boite de fer qui lui sert de réservoir; si la batterie (*fig.* 7.) étant adaptée au *Fusil* (*fig.* 6.), on vient à tirer la gâchette *Y*, elle soulève la détente *X* (*fig.* 7); ce qui donne à la noix *n* la liberté de tourner. Le grand ressort *R r* la pousse donc avec force : son appendice *d* frappe rudement l'appendice *g* (*fig.* 6.) du levier *e g;* lequel levier pousse la tige quarrée *T*, qui, portant sur la pièce *P* (*fig.* 8.) de la soupape, l'ouvre pour un instant : l'air condensé s'échappe par le canon *FH* (*fig.* 6.) où rencontrant la balle, il l'emporte avec une vitesse presque égale à celle avec laquelle il sort. Mais comme les appendices *g* (*fig.* 6.) et *d* (*fig.* 7.) n'ont que peu de largeur, ils échappent l'un à l'autre presqu'aussitôt qu'ils se sont frappés; ce qui fait que la soupape ne demeure ouverte qu'un instant très-court, étant repoussée dans sa cavité *l* (*fig.* 8.) par le ressort en spirale *S*, et mieux encore par l'air condensé qui demeure dans le réservoir. C'est pourquoi, quand le *Fusil* est bien chargé, on peut tirer plusieurs coups de suite, sans le charger de nouveau : mais les derniers sont toujours de plus en plus foibles; parce que la densité de l'air, et par conséquent son ressort, vont toujours en diminuant de plus en plus, à mesure qu'il s'en échappe des portions.

L'*abbé Nollet* et *Musschenbroëck* ont donné la description d'un *Fusil à vent* un peu différent de celui-ci, mais toujours construit sur les mêmes principes. Ce *Fusil* (*Pl. LXXIX. fig.* 14.) a deux canons, dont le

véritable, *AK*, celui dans lequel on met la balle, est renfermé dans un autre *CEPD*, d'un beaucoup plus gros calibre : et c'est l'intervalle qui se trouve entre ces deux canons, qui sert de réservoir à l'air, qu'on y condense par le moyen de la pompe *MNS*, logée dans la crosse du *Fusil*.

Ces sortes de *Fusils* sont beaucoup plus curieux qu'utiles. La difficulté de les construire et celle de les entretenir long-temps en bon état, les rend nécessairement beaucoup plus chers, et d'un service moins commode et moins sûr que les *Fusils* à poudre ordinaire. Le plus mauvais *Fusil* de munition, chasse une balle plus sûrement que ne le fait un *Fusil à vent*.

Le bruit que fait le *Fusil à vent*, quand on le tire, est incomparablement plus foible que celui d'une arme à feu; parce que ni la balle ni l'air qui la pousse; ne frappent jamais l'air extérieur avec autant de violence et de promptitude, que le fait une charge de poudre enflammée. Ce bruit s'entend un peu mieux dans un lieu fermé qu'en rase campagne, parce que l'air extérieur, qui est frappé, étant appuyé contre les murs, fait plus de résistance : au lieu que dehors ce n'est qu'un souffle qui fait moins de bruit que la batterie. Cet avantage de tirer sans être entendu de loin, si c'en est un, pourroit être très-dangereux dans la société : et c'est une précaution fort sage, de restreindre, le plus qu'il est possible, l'usage de cette arme : il ne faut la laisser qu'entre des mains sûres. Car ce *Fusil* ne laisse pas que d'avoir une certaine force. Lorsqu'il est chargé de 200 coups de piston, il chasse une balle de manière à lui faire percer une planche de chêne d'environ un pouce (27 millimètres) d'épaisseur, et placée à une distance de 70 pas : et le neuvième ou dixième coup peut encore percer une pareille planche à 20 ou 25 pas, sans qu'il soit nécessaire d'y introduire de nouvel air.

S'il y a quelque chose de vrai dans les histoires qu'on nous raconte de la poudre blanche, on doit sans doute les entendre dans le sens figuré du *Fusil à vent*, qui, comme on vient de le voir, est capable de porter un coup meurtrier sans faire beaucoup de bruit. Car, comme

le

le bruit d'un *Fusil* ne vient point de la couleur de la poudre, mais qu'il est une suite nécessaire de l'explosion subite dont elle est capable, il est clair que toute matière qui se dilateroit avec la même vîtesse, qu'elle fût noire ou blanche, éclateroit de même.

On prétend que le *Fusil à vent* a été inventé par un nommé *Marin*, bourgeois de Lisieux en Normandie, et présenté au roi *Henri IV*. Si cela est, nous ne le devons donc pas, comme on l'a prétendu, à des ouvriers d'Hollande, qui, à la vérité, en ont beaucoup débité depuis.

FUSION. Ecartement des molécules d'un corps, par le moyen du calorique que l'on introduit entre ces molécules; laquelle introduction du calorique fait passer le corps de l'état solide à l'état fluide.

Quoique la *Fusion* ait souvent lieu sans décomposer les corps, elle est cependant aussi un moyen de décomposition, employé souvent par les chymistes et dans les arts. C'est par la *Fusion* qu'on extrait les métaux de leurs mines; qu'on les révifie; qu'on les moule; qu'on les allie les uns aux autres. C'est par la *Fusion* qu'on combine l'alkali et le sable, pour former du verre; que se fabriquent les pierres colorées, les émaux, etc.

Pour appliquer aux corps l'action du feu, et les faire fondre, on se sert de fourneaux. (*Voyez* FOURNEAU).

FUSION. *(Poudre de)* (*Voyez* POUDRE DE FUSION).

G A S

GALILÉE. (*Télescope de*) (*Voyez* TÉLESCOPE DE GALILÉE).

GALLATES. Sels formés par la combinaison de l'acide gallique avec différentes bases. (*Voyez* ACIDE GALLIQUE).

GARCETTES. Petites cordes, au moyen desquelles on attache au tournevire le gros cable qui tire l'ancre. (*Voyez* TOURNEVIRE). Lorsque le cable est trop gros pour pouvoir être roulé sur l'arbre ou cylindre du cabestan, tel que celui qui sert à lever les ancres des gros vaisseaux, on se sert d'un cordage médiocrement gros, nommé *tournevire*, auquel on fait faire deux ou trois tours sur l'arbre du cabestan, et dont on joint ensuite les deux bouts ensemble, pour en faire une corde sans fin, de façon qu'un côté ne puisse se rouler sans que l'autre se déroule. A ce tournevire on attache, par le moyen des *Garcettes*, le gros cable qui tire l'ancre. Il y a ici un grand inconvénient qu'on ne peut éviter; les *Garcettes* qui tiennent le cable attaché au tournevire, sont bientôt hors d'usage : il faut les défaire pour les remettre plus loin, ce qui fait perdre un temps souvent précieux.

GAS. Nom que l'on donne à des fluides aériformes, compressibles, élastiques, transparens, sans couleur, invisibles, incondensables en liqueur par le froid, miscibles à l'air en toutes proportions, et ayant toutes les apparences de l'air, sans en pouvoir faire les fonctions. Car tous sont incapables d'entretenir la respiration des animaux et la combustion des corps : propriétés qui n'appartiennent pas même à l'air en entier, mais seulement à une de ses parties constituantes. (*Voyez* AIR *et* AIR PUR).

Tous ces fluides ont, comme nous venons de le dire, toutes les apparences de l'air : ils en ont même plu-

sieurs propriétés, telles que la transparence, l'invisibilité, la compressibilité, l'expansibilité, l'élasticité, et une pesanteur spécifique peu éloignée de celle de l'air. C'est sans doute la raison pour laquelle *Hales*, *Boyle*, *Priestley*, *Lavoisier* et plusieurs autres physiciens ont donné à tous ces fluides le nom d'*Air*. Mais, comme ils diffèrent beaucoup de ce dernier par un grand nombre d'autres propriétés, et surtout en ce qu'ils sont absolument incapables d'entretenir la vie des animaux et la combustion des corps, *Macquer* a pensé avec raison qu'il falloit ne les pas confondre avec l'air; et pour les désigner, il a adopté le nom de *Gas*, que *Vanhelmont* et d'autres chymistes antérieurs à *Hales*, avoient donné à ceux de ces fluides qui étoient connus de leurs temps. Il semble pourtant qu'il les ait confondus de nouveau, en donnant le nom de *Gas*, non-seulement à l'air de l'athmosphère, mais encore à l'air le plus pur et le plus respirable. Je pense donc qu'il convient mieux de laisser à l'air le nom sous lequel on le connoît depuis si long-temps; et ne donner celui de *Gas* qu'à ces fluides volatils et élastiques qui ne ressemblent à l'air qu'en apparence, et qui en diffèrent si essentiellement par tant de propriétés, comme on le verra par tout ce que nous avons à dire sur cette matière.

La connoissance générale des *Gas* est très-ancienne. Elle est antérieure à *Paracelse*. Les chymistes de ces temps-là, sans en distinguer les espèces, les désignèrent en général sous le nom de *Spiritus Sylvestre*, esprit sauvage. *Vanhelmont* substitua le nom de *Gas* à celui d'esprit, et conserva l'épithète *Sylvestre*. *Boyle*, *Hales* et plusieurs autres qui l'ont suivi, leur ont donné le nom d'*air*. Quoique ces physiciens eussent observé différentes propriétés de ces fluides, ils les ont cependant regardés comme le même; mais plus ou moins mêlé de matières hétérogènes. La distinction de leurs différentes espèces et la connoissance de plusieurs de leurs propriétés sont dues surtout à *Priestley*, qui a fait sur ces *Gas* un très-grand nombre de belles expériences, et avec un appareil très-simple de son invention, qui a été adopté avec raison par tous les

physiciens qui ont travaillé depuis sur cette matière. *Priestley* a donné la description de cet appareil, les manipulations et les résultats de ces expériences dans un ouvrage en trois volumes, traduit de l'Anglois par *Gibelin*, et intitulé : *Expériences et Observations sur différentes espèces d'Air.*

On peut diviser les *Gas* en trois ordres. Nous comprendrons dans le premier ordre ceux qui ne sont point salins, c'est-à-dire, qui ne sont ni acides ni alkalins : tels sont le *Gas azotique*, le *Gas nitreux*, et le *Gas muriatique oxigéné*. Dans le second ordre sont compris ceux qui sont salins, c'est-à-dire, qui sont ou acides ou alkalins : tels sont le *Gas acide carbonique*, le *Gas acide muriatique*, le *Gas acide sulfureux*, le *Gas acide fluorique*, le *Gas acide acéteux* et le *Gas ammoniacal*. Parmi ceux-ci, il n'y en a qu'un qui se trouve naturellement : tous les autres ne sont que le produit de l'art. Le troisième ordre comprend ceux qui sont inflammables : tels sont tous les *Gas hydrogènes*. Il n'y en a qu'une seule espèce, qui est le *Gas hydrogène pur ;* et dont on connoît cinq variétés ; savoir, le *Gas hydrogène sulfuré*, le *Gas hydrogène phosphoré*, le *Gas hydrogène carboné*, le *Gas hydrogène carbonique* et le *Gas hydrogène des marais*. Tous ces *Gas hydrogènes* se trouvent naturellement dans les vases des eaux bourbeuses et des marais; dans les mines, soit métalliques, soit de charbon de terre ; dans les entrailles des animaux. Ils s'exhalent des latrines, des cimetières, en un mot de tous les lieux où il y a des matières animales ou végétales en putréfaction; et de là ils s'élèvent dans l'athmosphère. Mais dans tous ces cas ils ne sont jamais bien purs.

Nous traiterons de chacun de ces *Gas* en autant d'articles particuliers. Mais auparavant, il convient de donner la description des instrumens dont on fait usage pour recueillir ces substances aériformes, les mesurer, les mêler, les combiner les unes avec les autres, ou avec d'autres substances ; et enfin, pour faire les expériences qui tendent à faire connoître les différentes propriétés de

ces fluides. Il faut pour cela deux appareils, l'un à l'eau, et l'autre au mercure.

L'appareil à l'eau consiste en une cuvette de bois *A B C D* (*Pl. XXII, fig.* 1.) doublée de plomb, d'environ $\frac{1}{2}$ mètre (18 pouces de largeur), d'autant de profondeur, et d'un mètre (37 pouces) de longueur. A l'un de ses petits côtés *A B*, en dedans, et à environ 30 millimètres (15 lignes) de son bord supérieur, est placée entre deux tasseaux, une planche épaisse *E F*, percée de deux trous ronds *a*, *b* d'un centimètre (3 ou 4 lignes) de diamètre, et évasés par dessous en forme d'entonnoir, et de plusieurs trous oblongs *c*, *d*, dont nous verrons l'usage ci-après. Cette cuvette est portée sur quatre pieds *G H I K*, qui se montent à vis, et qui servent à la mettre à une hauteur commode pour le physicien qui en fait usage. Tout cela ainsi ajusté, on remplit la cuvette d'eau claire, de manière qu'il y en ait 27 millimètres (12 lignes) au-dessus du plan supérieur de la planche *E F*.

Tout cela ainsi disposé, on est en état d'extraire des *Gas* des substances qui les contiennent. Pour cela, il faut avoir plusieurs récipiens à bouton (*fig.* 3.) plus longs que larges. Il est bon qu'ils n'aient qu'un décimètre (3 à 4 pouces) de diamètre, pour pouvoir les manier plus commodément : et il faut qu'ils n'aient qu'une hauteur telle qu'on puisse les retourner facilement dans la cuvette. Ce sont là les vases dans lesquels on recevra les *Gas*. Supposons qu'on veuille se procurer celui qui se dégage de l'effervescence d'un alkali ou d'une terre calcaire avec les acides ; on commence par remplir d'eau en entier, dans la cuvette même, le récipient (*fig.* 3.), et après l'avoir retourné l'ouverture en en-bas, on le glisse sur la planche *E F* (*fig.* 1.), ayant soin que son ouverture ne sorte pas de l'eau ; et on le place sur un des trous *c* ou *d*. Ce vase reste ainsi entièrement plein d'eau, laquelle y demeure suspendue par la pression de l'athmosphère sur l'eau de la cuvette. Après quoi l'on met de l'alkali, ou de la craie dans un flacon *A* (*fig.* 2.) dans le goulot duquel est engagé un tuyau de verre recourbé *B C D*, et qui a sur son épaulement un trou rond, dans lequel est

placé le tuyau d'un entonnoir *E*, bouché avec une petite baguette *F* garnie de cire par le bout inférieur. On met dans cet entonnoir de l'acide, qui doit être fort affoibli avec de l'eau, afin d'éviter une effervescence trop prompte et trop violente. On laisse tomber une portion de cet acide sur l'alkali ou la craie, en retirant pour un instant la petite baguette *F*; on laisse échapper les premières vapeurs pour chasser l'air qui est dans le flacon; et lorsqu'on juge qu'il est entièrement sorti, on engage le bout *D* du tuyau recourbé sous le trou *c* ou *d* de la planche *FE* (*fig.* 1.), sur lequel est placé le récipient (*fig.* 3.), et l'on soutient le flacon sur un guéridon, ou une table, ou autrement. Alors la dissolution et l'effervescence continuant à se faire, le *Gas* qui s'en dégage, s'échappe avec rapidité par le tuyau recourbé *BCD* (*fig.* 2.) et, par sa légèreté respective, traverse l'eau sous la forme de bulles d'air, va se placer à la partie supérieure du récipient, et, en vertu de son élasticité, fait baisser l'eau dans le récipient à mesure qu'il s'y introduit. Pour continuer l'opération, on débouche de temps en temps le tuyau de l'entonnoir *E* (*fig.* 2), pour faire passer de nouvel acide dans le flacon, et faire par-là continuer l'effervescence et le dégagement du *Gas*. On peut de cette manière extraire la quantité de *Gas* que l'on desire se procurer.

Tous les *Gas* qui s'extraient des différentes substances, métalliques ou autres, par le moyen des acides, se recueillent par le même procédé.

A l'égard des *Gas* qui sont très-miscibles à l'eau, tels que les *Gas acides* ou *alkalins*, dont nous avons parlé ci-dessus, on ne peut pas les recevoir dans l'eau, comme les autres; ils se combineroient sur-le-champ avec elle, et redeviendroient, par cette combinaison, la substance même dont on les auroit tirés. Pour ceux-ci, il faut l'appareil au mercure. Cet appareil est construit sur les mêmes principes que l'appareil à l'eau, avec cette différence, qu'à cause du grand prix et du poids excessif du mercure, on le fait beaucoup plus petit. Sa cuvette ne doit point être de métal, ni doublée de métal; mais de faïence ou de porcelaine, ou de

pièces de bois dur et compacte, solidement et parfaitement assemblées. Les vases dans lesquels on met les substances dont on tire ces *Gas*, sont ordinairement de petites cornues de verre *OM* (*fig.* 17.), au bout du col *M* desquelles est luté une tube de verre recourbé *MN*. On fait chauffer la cornue sur un petit réchaud, ou par le moyen de la flamme d'une bougie; et l'on engage le bout *N* du tube sous le petit récipient rempli de mercure, après avoir laissé échapper tout l'air qui étoit dans la cornue. Par ce petit degré de chaleur, la substance que l'on a mise en expérience, prend la forme gaseuse et aérienne, et passe ainsi sous le récipient, en faisant baisser le mercure qui le remplit.

Si l'on veut extraire plusieurs espèces de *Gas* en même temps, on le peut faire avec le même appareil. C'est pour cela qu'on pratique à la planche *EF* (*fig.* 1.) plusieurs trous oblongs *c*, *d*, destinés à introduire le bout *D* du tube recourbé de la *fig.* 2, sur lequel on place un récipient. Dans ce cas-là, il faut avoir soin, pour éviter la confusion, de coller sur chaque récipient une étiquette, qui indique l'espèce de *Gas* auquel il est destiné.

Un grand nombre de récipiens ainsi remplis de *Gas*, et placés sur la planche *EF* (*fig.* 1.) deviendroit embarrassant. On peut s'en débarrasser de la manière suivante, et conserver les *Gas* qu'ils contiennent. On coule sous la liqueur de la cuvette, une soucoupe, ou une assiette, etc. et lorsqu'elle est submergée, on glisse pardessus le récipient plein de *Gas*, dont on veut débarrasser la planche; et on enlève ainsi le récipient placé debout sur la soucoupe qui lui sert de support.

Si l'on veut faire passer un *Gas* d'un vase dans un autre, on remplit celui-ci de la liqueur de la cuvette, et on le place debout sur la planche *EF*, au-dessus de l'un des trous *a* ou *b*, comme nous avons dit qu'on le fait pour l'extraction des *Gas*: ensuite on plonge le vase qui contient le *Gas* qu'on veut transvaser, et on l'incline doucement sous le trou de la planche sur lequel est placé le récipient plein de liqueur. Alors le *Gas* monte

par bulles, et va prendre la place de la liqueur, en la faisant baisser. Un peu d'habitude rendra cette manipulation très-facile. On peut, par le même procédé, mettre des *Gas* en bouteilles, pour les transporter au loin; mais il faut avoir soin de les bien boucher, avant de faire sortir leur goulot de la liqueur de la cuvette, dont on a laissé une très-petite quantité dans la bouteille, et les tenir ensuite dans une situation à-peu-près verticale, le goulot en en-bas.

On peut encore, par la même manipulation, mêler ensemble différentes espèces de *Gas*. Pour cela, on remplit de la liqueur de la cuvette un vase (*fig.* 3 ou 4 ou 6.) et on le place sur le trou *a* ou *b* de la planche *EF* (*fig.* 1). Ensuite on remplit, par le procédé décrit ci-dessus, successivement des différentes espèces de *Gas*, que l'on veut mêler, la petite mesure (*fig.* 5 ou 7); et on la fait passer sous le vase dans lequel on veut faire le mèlange, en l'inclinant doucement sous le trou de la planche sur laquelle ce vase est placé. De cette façon, la mesure de *Gas* passe dans ce vase, et en va occuper la partie supérieure. On en met de chaque espèce autant de mesures que l'on veut; et l'on fait ainsi le mèlange dans des proportions connues.

Par tous les procédés que nous venons de décrire, on peut, comme l'on voit, d'une manière simple et commode, recueillir, conserver, transvaser, transporter, mèlanger les différentes espèces de *Gas*. Nous allons maintenant parler de chacune, en autant d'articles particuliers, et en indiquer les différentes propriétés connues jusqu'à présent.

On trouvera sur cette matière des détails intéressans, en consultant l'ouvrage de *Priestley*, intitulé: *Expériences et Observations sur différentes espèces d'air;* celui de *Lavoisier*, qui a pour titre : *Opuscules Physiques et Chymiques;* et le dictionnaire de chymie de *Macquer* à l'article *Gas*.

GAS ACIDE ACÉTEUX. C'est l'acide du vinaigre sous la forme gaseuse et aérienne. C'est, de même que les autres espèces de *Gas*, un fluide aériforme, compressible, élastique, transparent, sans couleur, invisible,

et miscible à l'air en toutes proportions. Etant autant miscible à l'eau que l'est le *Gas acide muriatique*, il faut le recueillir par les mêmes procédés et avec le même appareil. (*Voyez* GAS ACIDE MURIATIQUE.)

On l'obtient de l'acide du vinaigre, bien fort et bien concentré par l'action de l'acide sulfurique.

Le *Gas acide acéteux* est très-promptement absorbé par l'eau, se combine avec elle, et redevient par-là acide du vinaigre, d'autant plus concentré qu'il y a une moindre quantité d'eau et une portion de *Gas* plus considérable ; ce qui prouve clairement que ce *Gas* n'est autre chose que l'acide du vinaigre lui-même, privé de l'eau surabondante à son essence, et sous la forme gaseuse et aérienne.

De même que toutes les autres espèces de *Gas*, il suffoque les animaux et les fait promptement périr ; et il éteint les corps embrasés.

Lorsqu'on le mêle avec le *Gas ammoniacal*, il forme un nuage blanc, d'où résulte un sel jaune.

Le *Gas acide acéteux* est absorbé par l'huile d'olives, qui en prend dix fois son volume, et devient par-là plus fluide et sans couleur, comme l'eau. En quoi cet acide diffère beaucoup des acides minéraux, qui colorent et épaississent les huiles.

Il en diffère encore en ce qu'il ne s'empare point de l'eau surabondante des sels.

GAS ACIDE CARBONIQUE. Ce *Gas* est de tous le plus anciennement connu. *Paracelse*, et les anciens le nommoient *Esprit sauvage*, *spiritus sylvestris*. *Vanhelmont* l'appela ensuite *Gas sauvage*, *Gas sylvestre*. Il fut après cela nommé *Air fixe* par *Black*, *Boyle*, *Hales*, *Priestley*, *Lavoisier*, etc. *Acide méphitique* par *Bewly* ; *Gas méphitique*, par *Macquer* ; *Acide aérien*, par *Bergmann* ; enfin, *Lavoisier* l'a appelé *Gas acide crayeux* ; et en dernier lieu, *Gas acide carbonique*, parce qu'il est composé d'oxigène combiné avec une matière charbonneuse qu'il tient en dissolution, et dans la proportion d'environ 72 parties d'oxigène, et 28 parties de matière charbonneuse, appelée *Carbone* par les modernes. En effet, si, dans un vaisseau fermé, l'on fait brûler du charbon dans l'air pur, le fluide qui reste

après la combustion, est du *Gas acide carbonique*, dont le poids est égal au poids de l'air pur employé, plus au poids qu'aura perdu le charbon. Car, si l'on introduit dans le vase un poids connu d'alkali caustique en liqueur, il absorbera le *Gas acide carbonique* formé dans cette combustion; et il sera augmenté de poids d'une quantité égale aux poids dont nous venons de parler. Cette combustion est très-rapide, et accompagnée de beaucoup de lumière. Dans cette opération, l'oxigène, dont la combinaison avec le calorique formoit l'air pur, se combine avec le carbone et une portion du calorique, et forme le *Gas acide carbonique*; tandis que le reste du calorique, autre principe de l'air pur, se dégage avec chaleur et lumière, en prenant l'état de liberté. Car l'acide carbonique, pour prendre la forme gaseuse, n'a pas besoin d'une aussi grande quantité de calorique qu'en contient l'air pur.

Le *Gas acide carbonique* se trouve naturellement dans plusieurs souterreins, comme, par exemple, la grotte du chien en Italie, dans les galeries des mines, dans différentes sources d'eau : c'est ce *Gas* qui rend ces eaux spiritueuses et acidules : telles sont les eaux de Pyrmont, de St. Mion, de Seltz, de Pougues, de Châteldon, de Bussang, de Spa, etc.

Ce *Gas* est abondamment fourni, 1°. par les liqueurs spiritueuses fermentantes, telles que le vin, la biere, le cidre, etc. Il s'en trouve une couche assez épaisse à la partie supérieure de la cuve où fermentent ces liqueurs. La formation de ce *Gas* est due alors à la combinaison de la matière charbonneuse de la partie sucrée, avec le principe oxigène de l'eau. 2°. Par la respiration des animaux, dans laquelle l'oxigène de l'air, fournissant une partie de son calorique pour l'entretien de la vie, se combine avec une matière charbonneuse, qui, selon les chymistes modernes, se dégage du sang et des poumons. 3°. Par la combustion des corps, dans laquelle une partie de l'oxigène de l'air se combine avec la matière charbonneuse du corps qui brûle.

La base du *Gas acide carbonique* est combinée, dans un grand nombre de corps naturels, tels que le car-

bonate calcaire ou craie, le marbre, toutes les pierres à chaux, les carbonates alkalins, et en général, dans toutes les matières qui font effervescence avec les acides. Il est aisé de l'extraire de ces substances, en faisant agir sur elles de l'acide nitrique ou de l'acide sulfurique affoibli d'eau. Car cet *Acide carbonique* a si peu d'affinité avec ses bases, qu'il en est chassé par tout autre acide, et même quelquefois par la chaleur seule.

Le *Gas acide carbonique* est soluble dans l'eau, mais lentement. Si l'on veut que cela se fasse plus promptement, il faut agiter fortement ces deux fluides ensemble pour multiplier leurs contacts. Supposons qu'on ait fait entrer de ce *Gas* dans la carafe *A* (*Pl. XXII, fig.* 8.) autant qu'il en faut pour en remplir la moitié de sa capacité, l'autre moitié étant pleine d'eau, et qu'on l'agite fortement pendant quelques minutes; si l'on plonge le goulot *G* dans l'eau, et qu'on débouche la carafe, aussitôt elle se remplit d'eau presqu'en entier : ce qui prouve bien que le *Gas* qui y étoit a été absorbé. L'eau dissout de ce *Gas* plus ou moins, suivant son degré de chaleur, ou plutôt suivant son degré de refroidissement : plus elle est froide, plus elle en dissout; mais même dans ce cas-là elle n'en peut dissoudre qu'un volume environ égal au sien.

L'eau qui tient ce *Gas* en dissolution, prend un goût acidule, et a les mêmes propriétés que les eaux minérales simplement gaseuses, comme on peut s'en assurer en en goûtant. Cette eau est devenue vraiment acide; car elle rougit la teinture de tournesol. Cet acide, sous la forme gaseuse, produit le même effet. Ce *Gas* et l'eau qui le tient en dissolution précipitent la chaux dissoute dans l'eau : car, si dans un tube plein de ce *Gas*, vous versez un peu d'eau de chaux, vous verrez l'eau devenir laiteuse, et la chaux se précipiter. Vous verrez le même effet, si sur de l'eau de chaux, vous versez de l'eau acidulée par ce *Gas*. De la chaux combinée avec ce *Gas* forme du carbonate calcaire vulgairement appelé de la *craie*, qui n'est pas soluble dans l'eau; voilà pourquoi elle se précipite. L'eau de chaux est donc une pierre de touche propre

à faire reconnoître la nature et la quantité de ce *Gas acide carbonique*.

La chaux est précipitée de même par le fluide que les animaux expirent ; ce qui prouve bien, ce que nous avons dit plus haut, que le *Gas acide carbonique* se forme dans la poitrine, par la combinaison de l'oxigène de l'air pur avec la matière charbonneuse qui se dégage du sang.

Le *Gas acide carbonique* est plus pesant que l'air athmosphérique. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'air, comme 151 est à 100 : et à celle de l'eau distillée, comme 18,6161 est à 10000,0000. Le pouce cube de ce *Gas* pèse 37 milligrammes (0,6950 de grain); et le pied cube 63742 milligrammes (2 onces 0 gros 48,9600 grains). Il est aisé de faire voir l'excès de la pesanteur de ce *Gas* sur celle de l'air. Si, dans un vase plein d'huile, vous versiez de l'eau, qu'arriveroit-il? Le vase, déjà plein d'huile, ne pourroit pas contenir les deux fluides : l'un des deux seroit contraint de s'extravaser. L'eau, comme la plus pesante, se porteroit au fond du vase, et l'huile, comme la plus légère, s'extravaseroit. Vous ferez de même extravaser de l'air, en versant dessus du *Gas acide carbonique*, qui est plus pesant. Car, si, dans le vase dans lequel vous aurez versé le *Gas*, vous plongez une bougie allumée ou un animal vivant, la bougie sera éteinte comme si on la plongeoit dans l'eau ; et l'animal sera promptement suffoqué ; tandis que ni l'un ni l'autre ne seroit arrivé, si le vase étoit demeuré plein d'air.

En effet, le *Gas acide carbonique* est incapable d'entretenir la combustion des corps, et la vie et la respiration des animaux, non pas qu'il ait par lui-même une qualité bien nuisible ; car il peut passer dans l'estomac sans danger, et non dans les poumons, s'il n'est mêlé d'une assez grande quantité d'air respirable ; mais en ce qu'il occupe alors la place de l'air pur, qui est la seule substance qui ait, exclusivement à toute autre, la propriété particulière d'entretenir la combustion et l'embrasement des corps, et la vie des animaux. Aussi, non-seulement on ne peut allumer

dans le *Gas acide carbonique* aucun corps combustible, mais les corps les plus inflammables, allumés d'abord dans l'air, et plongés ensuite dans ce *Gas*, s'y éteignent sur-le-champ; et leur extinction est d'autant plus prompte et plus complète, que ce *Gas* est plus pur, et plus parfaitement exempt du mèlange de l'air de l'athmosphère. Pour en faire l'épreuve, on en remplit, par le procédé décrit à l'article *Gas* (*Voyez* GAS), un vase long et étroit (*fig.* 9.) dont on bouche l'orifice, avant qu'il soit sorti de l'eau de la cuvette (*fig.* 1.), avec une rondelle de verre : on le redresse l'orifice en en-haut; on ôte la rondelle, et l'on y plonge alors une petite bougie allumée, ajustée au bout d'un gros fil de fer ou de laiton (*fig* 10.), de manière qu'elle soit toujours dans sa situation verticale. Sitôt que la partie allumée de la bougie se trouve plongée dans le *Gas*, elle s'éteint aussi complètement et aussi subitement que si on la plongeoit dans l'eau. Mais comme le *Gas* ne la mouille point, on peut aisément la rallumer dans l'air, et la plonger de nouveau dans le *Gas*. On peut, de cette manière, éteindre une bougie huit ou dix fois de suite dans le même *Gas*. Mais, comme l'air se mêle peu-à-peu avec ce *Gas*, il faut à chaque fois enfoncer la bougie plus avant, pour l'éteindre complètement. Lorsque l'air s'y est mêlé jusqu'à un certain point, après plusieurs extinctions, il arrive quelquefois que la flamme de la bougie, lorsqu'elle atteint la surface du *Gas*, se sépare de son lumignon : mais comme ce lumignon ne s'éteint pas totalement, à cause de l'air qui s'est mêlé au *Gas*, il reste rouge et fumant; et sa fumée, qui continue de n'être que fumée dans le *Gas*, va servir à entretenir la flamme qui est demeurée à la surface du *Gas*, contigue à l'air. Il m'est arrivé quelquefois de voir ainsi la flamme séparée de son lumignon par un intervalle de cinq ou six pouces; ce qui fait un spectacle assez singulier. Et, si l'on fait remonter la bougie, sitôt que la mèche atteint la flamme, elle se rallume, et continue à brûler dans l'air, comme si sa flamme ne l'eût pas quittée.

Si l'on remplit de même de *Gas acide carbonique* un grand vase long et étroit (*fig.* 11.) et qu'on y plonge

un quadrupède ou un oiseau, il entre aussitôt en convulsions, et périt en quelques secondes; et sa mort est d'autant plus prompte que le *Gas* est moins mêlé d'air respirable. Si l'on retire l'animal du *Gas*, avant qu'il soit mort, on peut le rétablir et le rappeler à la vie, en lui insinuant dans les narines et dans la bouche un peu d'alkali volatil en liqueur. Cela m'est arrivé plusieurs fois, en répétant les expériences qu'a faites *Sage*, de l'Académie des Sciences. Il est aisé de sentir la raison de cette guérison. Si les animaux périssent dans le *Gas acide carbonique*, ainsi que dans toutes les autres espèces de *Gas*, ce n'est pas qu'il ait en lui-même quelque qualité nuisible, comme nous l'avons dit ci-dessus : c'est plutôt que, remplissant les poumons de l'animal, il occupe la place de l'air, fluide absolument essentiel à la respiration et à la vie des animaux; et tant que les poumons sont pleins de *Gas*, l'air ne peut y avoir accès. Mais si l'on présente de l'alkali volatil au *Gas acide carbonique*, il est absorbé en se combinant avec l'alkali, pour former un sel neutre; et l'air rentre aussitôt dans les poumons, et rappelle ainsi l'animal à la vie.

Le *Gas acide carbonique* se combine non-seulement avec l'alkali volatil, mais encore avec les autres espèces d'alkalis, avec lesquels il forme des sels neutres : et même ces alkalis sont naturellement unis à l'*acide carbonique*; ce qui fait qu'ils n'ont pas toute la causticité dont ils sont susceptibles; laquelle causticité augmente par une longue calcination, qui les dépouille de plus en plus de leur *acide*. C'est le dégagement de cet acide, qui cause l'effervescence que l'on observe, lorsqu'on combine des acides avec des alkalis.

Les êtres vivans qui périssent le plus promptement dans le *Gas acide carbonique*, sont ceux qui ont deux ventricules au cœur; tels sont les hommes, les quadrupèdes, les cetacées et les oiseaux : quelques minutes suffisent pour les faire périr sans retour. Mais les grenouilles, les serpens, les poissons, les insectes, etc. à la vérité y paroissent morts, après y être demeurés plongés pendant quelque temps, mais, si après cela on

les expose à l'air libre, ils sont rappelés à la vie. J'ai tenu des poissons plongés dans ce *Gas* pendant plus d'une demi-heure : ils y paroissent absolument sans vie. Je les ai ensuite exposés à l'air libre, ils s'y sont ranimés ; ils n'étoient qu'asphixiés. Mais ils se sont rétablis beaucoup plus promptement, lorsque je les ai plongés dans l'eau : au bout de deux minutes ils étoient aussi vifs qu'avant d'être plongés dans le *Gas*. Sans doute que l'eau absorbe ce *Gas* qui les suffoque, et les met en état de recevoir de l'air. Si les hommes pouvoient être plongés dans l'eau sans être suffoqués, ce seroit peut-être le moyen le plus prompt de les guérir de l'asphixie.

Après avoir vu de combien de sources émane le *Gas acide carbonique*, par combien d'opérations de la nature il est produit, puisqu'on l'obtient par la fermentation, la combustion, et la respiration des animaux : ne devroit-on pas craindre que toute la masse du fluide qui nous environne, ne devienne de plus en plus méphitique ? C'est, en effet, ce qui arriveroit, si la nature n'avoit pas des moyens d'absorber, ou plutôt de combiner de nouveau le *Gas acide carbonique* qui se méle à l'air que nous respirons. Mais ce *Gas*, comme l'a éprouvé *Priestley*, perd ses qualités, et devient propre à la respiration, par la végétation des plantes, et par son agitation dans l'eau. Toutes les plantes qui végètent sur la terre, et la masse d'eau immense qui en couvre la plus grande partie, et dont une portion se répand dans l'air, sont donc les moyens que la nature emploie pour purifier le fluide qui nous fait respirer ; car cette grande quantité d'eau absorbe une grande partie de ce *Gas* ; et la végétation de la verdure en décompose une autre partie ; car le tissu végétal absorbe le carbone, et l'oxigène demeuré libre, se combinant avec le calorique, forme de l'air pur. De plus une partie de l'eau qui sert à la végétation, se décompose ; l'hydrogène est absorbé par la plante, et l'oxigène demeure libre, et forme encore de l'air pur.

Si le *Gas acide carbonique* peut nous être quelquefois nuisible, on prétend qu'il y a aussi des circons-

tances où il peut nous être utile. On assure que, lorsqu'il est tiré de la craie par l'*acide sulfurique*, et pris en lavement, il est bon contre les maladies putrides : qu'il arrête, et même fait rétrograder la putréfaction, dans les substances qui en sont attaquées, lorsqu'on les plonge dans ce fluide. Mais ces faits ont besoin d'être confirmés par des expériences et des observations bien suivies. S'ils sont réels, cela vient, sans doute, de ce que le *Gas acide carbonique*, environnant ces substances, empêche sur elles le contact immédiat de l'air, qui paroît être aussi essentiel à la putréfaction qu'à la combustion des corps. Car si une plaie est exposée au contact de l'air, la putréfaction y a lieu très-promptement : si, au contraire, on empêche ce contact, ce que l'on fait par le moyen des baumes, dont on fait usage en pareil cas, la plaie se ferme sans putréfaction.

On prétend aussi que l'eau, imprégnée de *Gas acide carbonique*, a la propriété de dissoudre la pierre de la vessie : ce qui seroit une découverte bien importante, et un remède bien commode, contre une maladie aussi cruelle.

Les principales propriétés de cette espèce de *Gas*, savoir, son acidité, et sa pesanteur spécifique plus grande que celle de l'air, et, en conséquence, la manière de le transvaser, étoient connues long-temps avant que *Priestley* publiât son ouvrage. Pour s'en convaincre, il suffit de jeter les yeux sur une dissertation de *Sauvages*, intitulée : *des actions de l'air sur le corps humain*, qui a remporté le prix à l'académie de Bordeaux, en 1754, et a été imprimée *in*-4°., la même année, chez la veuve *Pierre Brun*. Voici ce qu'on y lit, *pag.* 52.

« §. 158. Non-seulement on trouve de ces vapeurs » appelées *mofètes*, dans tous les endroits souterreins exactement fermés, et qui ne sont point pavés ; » mais encore en plein air, comme à la grotte du » Chien près de Naples, à Perraulx près de Montpellier, auprès de Toulouse au fond des mines profondes. Si l'on met deux tonneaux défoncés sur un » terrein où il y ait une *mofete*, pour en ramasser la » vapeur, elle s'y élève peu-à-peu à quelques pieds » de hauteur. Cette vapeur se distingue à la vue par

» un

» un peu moins de transparence que l'air ordinaire. » Des expériences chymiques y font découvrir un peu » d'acidité.

» §. 159. Si on prend de cette vapeur dans une » bouteille à large goulot, elle s'évapore aisément ; » mais, en bouchant la bouteille, on la conserve tant » qu'on veut. On la verse d'une bouteille dans une » autre, sans voir rien couler ; mais on la reconnoît » par l'extinction des chandelles, qu'on expose à son » courant. On voit qu'elle occupe le fond de la bou- » teille, parce qu'il faut porter jusque-là les chan- » delles pour les éteindre, quand la bouteille a été » quelque temps débouchée ».

GAS ACIDE CRAYEUX. C'est le même que le *Gas acide carbonique*. (*Voyez* GAS ACIDE CARBONIQUE).

GAS ACIDE FLUORIQUE. C'est une des espèces des *Gas salins*. Ce *Gas* ne se trouve point naturellement ; on ne peut se le procurer que par le secours de l'art. On l'obtient en chauffant, dans une cornue *O M* (*Pl. XXII*, *fig.* 17) de l'acide sulfurique, pendant qu'il agit sur du spath fluor pulvérisé. Alors l'acide sulfurique, en se combinant avec la base du spath fluor (qui est calcaire), en dégage un autre acide, qui, en se combinant avec le calorique, passe sous la forme d'un fluide élastique, qui est le *Gas acide fluorique*, ci-devant connu sous le nom de *Gas acide spathique*. Il faut recueillir ce *Gas* sur le mercure, parce qu'il est tout-à-fait soluble dans l'eau, et que sa solution y est même très-prompte. Car si, dans la cloche dans laquelle on a recueilli ce *Gas*, on fait passer un peu d'eau au-dessus de la surface du mercure, le *Gas* s'y dissout sur-le-champ et avec chaleur ; et le mercure remonte dans la cloche. Mais cette dissolution du *Gas* dans l'eau est communément accompagnée d'un phénomène très-singulier ; c'est la précipitation ou déposition d'une terre blanche fine, qui est quartzeuse ou siliceuse.

Le *Gas acide fluorique* n'est autre chose, comme l'a pensé *Scheele*, qu'un acide particulier extrait du spath fluor, dont on ne connoît pas la base, et qui est combiné avec le calorique qui lui fait prendre la

forme gaseuse. Cet acide tient souvent en dissolution une terre vitrifiable; et il en tient une plus grande quantité sous la forme gaseuse, que lorsqu'il est en liqueur, puisque, lorsqu'on le fait passer de l'état de *Gas* à celui de liqueur, il en dépose une partie. Cette matière terreuse ne vient point du spath, comme l'a cru *Priestley*: car la base du spath fluor est calcaire. La preuve de cela, c'est que le *Gas acide fluorique* précipite la chaux dissoute dans l'eau; et en se combinant avec cette chaux, il reforme sur-le-champ du spath fluor. Cette terre vitrifiable vient plutôt des vases de verre ou de terre dont on se sert pour extraire ce *Gas*; car celui qui est extrait dans des vases de métal, comme l'a fait *Meyer*, ne tient point de terre en dissolution. D'après cela, on ne doit pas être étonné que le *Gas acide fluorique* corrode et perce le verre; ce qui obligeoit *Priestley* de prendre, pour ses expériences, des bouteilles de verre très-épais. En conséquence de cette propriété, de corroder le verre, *Puymorin* a imaginé de graver sur le verre, par le moyen de l'acide fluorique, comme on grave sur le cuivre par le moyen de l'acide nitreux.

Le *Gas acide fluorique* paroît être plus pesant que l'air athmosphérique. Je n'en connois pas encore exactement la pesanteur spécifique.

Ce *Gas* éteint les corps embrasés, et suffoque les animaux qu'on y plonge, comme le font les autres *Gas*. Il rougit fortement les couleurs bleues des végétaux.

Il a une odeur forte et pénétrante, qui approche de celle du *Gas acide muriatique* (*Voyez* GAS ACIDE MURIATIQUE), mais qui est un peu plus active. Lorsqu'on en mêle à l'air, il forme, de même que ce dernier *Gas*, des vapeurs blanches, en se combinant avec l'humidité de l'air. Malgré ces ressemblances avec l'acide muriatique, il en diffère cependant beaucoup; car il forme avec les alkalis des sels neutres fluoriques très-différens de ceux que forme le *Gas acide muriatique* avec les mêmes alkalis. C'est donc à tort que les chymistes français, qui, sous le nom de *Boullanger*, ont publié, en 1773, une suite d'expériences sur le spath fluor, ont pensé que l'acide de

ce spath n'étoit que l'acide muriatique, combiné avec une matière terreuse.

GAS ACIDE MARIN. C'est le même que le *Gas acide muriatique*. (*Voyez* GAS ACIDE MURIATIQUE).

GAS ACIDE MARIN DÉPHLOGISTIQUÉ. C'est le même que le *Gas muriatique oxigéné*. (*Voyez* GAS MURIATIQUE OXIGÉNÉ).

GAS ACIDE MURIATIQUE. C'est une des espèces de *Gas salins*. Le *Gas acide muriatique* ne se trouve point naturellement; il n'est que le produit de l'art. On l'obtient en chauffant l'acide muriatique fumant dans une cornue *O M* (*Pl. XXII*, *fig.* 17), à laquelle est adapté un tube recourbé *M N*: on engage le bout *N* de ce tube sous une cloche pleine de mercure, placée sur la planche de l'appareil pneumato-chymique au mercure. On peut l'obtenir aussi avec le même appareil, en chauffant, au lieu d'acide muriatique, un mèlange de muriate de soude ou sel marin et d'acide sulfurique : car l'acide sulfurique se combine avec la base du muriate de soude, et l'acide muriatique, demeuré libre passe en *Gas acide muriatique*.

Ce *Gas* ne peut point être recueilli sur l'eau, parce qu'il y est entièrement et très-proprement soluble. Car, si, dans la cloche pleine de mercure, dans laquelle vous aurez recueilli ce *Gas*, vous faites passer un peu d'eau, qui, par sa légèreté respective, se portera à la surface du mercure; sur-le-champ le *Gas* sera entièrement absorbé et dissous dans l'eau; le mercure remontera jusque vers le haut de la cloche; et la liqueur qui se trouvera au-dessus du mercure, sera de véritable acide muriatique, d'autant plus concentré qu'il y aura plus de *Gas* et moins d'eau. Le *Gas acide muriatique* n'est donc autre chose que l'acide muriatique lui-même privé d'eau, c'est-à-dire, aussi concentré qu'il puisse l'être, et combiné avec le calorique qui lui fait prendre la forme gaseuse.

Le *Gas acide muriatique* a une odeur vive et piquante. Ce *Gas*, mêlé à l'air de l'athmosphère, forme, de même que le fait l'acide muriatique, des fumées ou vapeurs blanches, produites par la combinaison de ce *Gas* avec l'humidité de l'air, et d'autant plus appa-

parentes que l'air est plus humide. Aussi prétend-on que ces vapeurs ne sont pas sensibles sur les hautes montagnes, où l'air est, dit-on, très-sec.

La base du *Gas acide muriatique* est fortement combinée avec l'oxigène, avec lequel elle a une si grande affinité qu'on ne peut pas l'en séparer. Aussi ignore-t-on ce que c'est que cette base : elle est jusqu'à présent inconnue. Son affinité avec ce principe acidifiant est telle, qu'elle peut même se combiner avec une quantité d'oxigène plus grande que celle qui lui est nécessaire pour la constituer acide; et elle forme alors le *Gas muriatique oxigéné*. (*Voyez* GAS MURIATIQUE OXIGÉNÉ).

Le *Gas acide muriatique* est beaucoup plus pesant que l'air athmosphérique. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'air, comme 173,2500 est à 100,0000; et à celle de l'eau distillée, comme 21,3482 est à 10000,0000. Le pouce cube de ce *Gas* pèse 42 milligrammes (0,7970 de grain); et le pied cube 73097 milligrammes (2 onces 3 gros 9,2160 grains).

Le *Gas acide muriatique*, étant l'acide muriatique lui-même, donne les mêmes signes d'acidité. Il rougit les couleurs bleues des végétaux; mais il ne les détruit pas, non plus que les autres couleurs, comme le fait le *Gas* muriatique oxigéné. Il se combine avec toutes les bases alkalines, et forme avec elles des sels muriatiques. Par exemple, si, dans une cloche pleine de mercure, on fait passer du *Gas acide muriatique*, et qu'en suite on y mêle du *Gas* ammoniacal, le mèlange s'échauffe beaucoup, parce que ces deux fluides élastiques, en se pénétrant mutuellement et se combinant ensemble, abandonnent le calorique qui les tenoit sous la forme gaseuse, et que cette matière, devenue libre, se fait sentir : il se forme sur-le-champ un nuage blanc, preuve de leur pénétration mutuelle : le mercure remonte dans la cloche, et bientôt ses parois intérieures se trouvent tapissées de crystaux ramifiés, qui sont un vrai muriate d'ammoniaque. En effet le *Gas acide muriatique* n'est que de l'acide muriatique; le *Gas* ammoniacal n'est que de l'ammoniaque : et l'on sait que la combinaison de ces deux substances forme le muriate d'ammoniaque.

Le *Gas acide muriatique* suffoque les animaux qu'on

y plonge. Il éteint la flamme des bougies, mais en l'agrandissant d'abord, et en donnant à son disque une couleur verte ou bleuâtre.

Le *Gas acide muriatique* est absorbé par les corps spongieux, tels que du charbon, une éponge, etc. Il dissout le camphre. Il s'empare de l'eau surabondante du sulfate d'alumine et du borate, et les réduit en poudre; il fait fondre la glace aussi promptement que si on la jetoit dans un brasier. Dans tous ces cas i est absorbé, et forme un acide muriatique pareil à celui dont on l'a extrait. Tout ceci n'est que l'effet, très-connu, de la grande violence avec laquelle les acides concentrés s'unissent à l'eau.

GAS ACIDE MURIATIQUE AÉRÉ, ou OXIGÉNÉ. C'est le même que le *Gas* muriatique oxigéné. (*Voyez* GAS MURIATIQUE OXIGÉNÉ).

GAS ACIDE SPATHIQUE. C'est le même que le *Gas* acide fluorique. (*Voyez* GAS ACIDE FLUORIQUE).

GAS ACIDE SULFUREUX. C'est une des espèces des *Gas* salins. Le *Gas acide sulfureux* ne se trouve point naturellement; il n'est que le produit de l'art. On l'obtient en chauffant dans une cornue *OM* (*Pl. XXII. fig.* 17.), de même que nous avons dit qu'on la fait pour obtenir le *Gas* acide muriatique, en y chauffant, dis-je, de l'acide sulfurique pendant qu'il agit sur des corps combustibles, tels que de l'huile, du charbon, du mercure, etc. en un mot sur des corps qui puissent enlever une partie de l'oxigène qui est combiné avec le soufre dans cet acide: car l'acide sulfureux n'est autre chose que l'acide sulfurique, mais privé d'une partie de son oxigène. C'est donc du soufre combiné avec une quantité d'oxigène moindre que celle qui est nécessaire pour en faire de l'acide sulfurique. Le corps combustible enlève donc une partie de son oxigène à l'acide sulfurique, qui devient par-là acide sulfureux: et le calorique se combinant avec cet acide sulfureux, lui fait prendre la forme gaseuse; forme que l'acide sulfurique n'est pas susceptible de prendre. Tout cela doit se faire avec l'appareil au mercure, parce que le *Gas acide sulfureux* est entièrement soluble dans l'eau.

Pour avoir la preuve de ce que nous venons de dire,

qu'on mette dans une cornue de l'acide sulfurique sur du mercure, et qu'on le chauffe, le bec de la cornue étant engagé sous une cloche pleine de mercure. 1°. Le mercure de la cornue se combine avec une partie de l'oxigène de l'acide sulfurique, et, par cette combinaison, s'oxide en poudre blanche : pendant ce temps-là l'acide sulfurique, en perdant une partie de son oxigène, devient *acide sulfureux*, et passe sous la forme gaseuse, en se combinant avec le calorique. 2°. Cette opération étant finie, si l'on continue de chauffer, et qu'on substitue une autre cloche, il passe un autre fluide élastique qui est de l'air pur; et pendant ce temps-là le mercure, qui avoit été oxidé, redevient du mercure coulant. On voit bien que dans cette seconde opération, l'oxigène, qui, en se combinant avec le mercure, l'avoit d'abord oxidé, s'échappe ensuite par la chaleur, se combine avec le calorique, et forme l'air pur : voilà donc, dans cette seule expérience, un métal, 1°. oxidé, 2°. révivifié. Le mercure n'étant donc point altéré, il est clair que les deux fluides élastiques, le *Gas acide sulfureux* et l'*air pur*, que l'on obtient, sont dus à l'acide sulfurique, qui est décomposé. Le *Gas acide sulfureux* n'est donc autre chose que l'acide sulfureux lui-même, privé d'eau et très-concentré, combiné avec le calorique, qui lui fait prendre la forme gaseuse. C'est ce *Gas acide sulfureux* que l'on sent, quand on fait brûler du soufre; car il a une odeur vive et pénétrante.

Le *Gas acide sulfureux* est plus de deux fois aussi pesant que l'air athmosphérique. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'air, comme 206 est à 100; et à celle de l'eau distillée, comme 25,3929 est à 10000,0000. Le pouce cube de ce *Gas* pèse 50 milligrammes (0,9480 de grain); et le pied cube 76946 milligrammes (2 onces 6 gros 54,1440 grains).

Le *Gas acide sulfureux* éteint les corps embrasés, et tue les animaux qu'on y plonge. Il détruit beaucoup de couleurs végétales : par ce caractère il se rapproche du *Gas* muriatique oxigéné. (*Voyez* GAS MURIATIQUE OXIGÉNÉ). Il se combine avec les alkalis, et forme avec eux des sels neutres, mais qui diffèrent de ceux qui sont formés par l'acide sulfurique, par la forme,

la saveur, et surtout par la propriété d'être décomposés par les acides les plus foibles, et même par l'acide acéteux.

Le *Gas acide sulfureux* est entièrement soluble dans l'eau, avec laquelle il s'unit promptement, en perdant son calorique; et il redevient par-là l'acide sulfureux en liqueur : aussi fait-il fondre la glace aussi promptement que le fait le *Gas* acide muriatique. (*Voyez* GAS ACIDE MURIATIQUE).

GAS ACIDE VITRIOLIQUE. C'est le même que le *Gas* acide sulfureux. (*Voyez* GAS ACIDE SULFUREUX).

GAS ALKALI VOLATIL : GAS ALKALIN. Ce sont le même que le *Gas* ammoniacal. (*Voyez* GAS AMMONIACAL).

GAS AMMONIACAL. C'est une des espèces des *Gas* salins. Le *Gas ammoniacal* ne se rencontre point naturellement; il ne peut être produit que par le secours de l'art. Pour obtenir ce *Gas*, on met dans une cornue *O M* (*Pl. XXII. fig.* 17.), garnie d'un tube recourbé *M N*, une certaine quantité d'ammoniaque : on chauffe le fond de la cornue avec quelques charbons allumés, ou avec une lampe à l'esprit-de-vin : on laisse sortir d'abord l'air du vaisseau et du tube; et on ne recueille le *Gas*, dans des cloches pleines de mercure, que quand l'ébullition du liquide est bien établie. Pour éviter de faire passer, dans la cloche, de l'eau en vapeur, qui s'y condenseroit et dissolveroit le *Gas*, il est bon de mettre, entre la cornue *O M* et le tube *M N* de communication, un petit vase, qu'on a soin de refroidir avec de la glace, afin d'y faire condenser l'eau qui pourroit passer en vapeur. Par ce moyen on se procure du *Gas ammoniacal* très-sec et très-pur. On peut, par le même procédé, obtenir le *Gas ammoniacal* d'un mélange de trois parties de chaux vive et d'une partie de muriate d'ammoniaque. Ce sel se décompose alors : l'acide muriatique, qui est un de ses principes, se combine avec la chaux; et l'ammoniaque son autre principe, en se combinant avec le calorique, passe sous la forme gaseuse.

On ne pourroit pas recueillir le *Gas ammoniacal* avec l'appareil à l'eau, parce que l'eau absorbe très-

servir à la combustion, et qu'il éteigne les corps enflammés, il est cependant légèrement inflammable par le *Gas* hydrogène qui entre dans sa composition; et par-là il augmente la flamme d'une bougie, et lui donne un volume un peu plus considérable avant de l'éteindre.

Le *Gas ammoniacal* est promptement absorbé et dissous dans l'eau, et forme alors de l'ammoniaque pareil à celui dont on l'a extrait. Si l'eau est en état de glace, le *Gas ammoniacal* la fait fondre sur-le-champ en produisant du froid, parce qu'il faut une grande quantité de calorique combinée avec la glace pour la réduire à l'état de liqueur. Au contraire, le *Gas ammoniacal* produit de la chaleur en se dissolvant dans l'eau déjà liqueur, parce que cette eau n'ayant pas besoin d'une nouvelle quantité de calorique, celui du *Gas* prend l'état de liberté.

GAS ATHMOSPHÉRIQUE. C'est le même que celui que les modernes ont appelé *Gas* azotique. (*Voyez* GAS AZOTIQUE). Ce *Gas* fait environ les trois quarts du fluide que nous respirons, et dans lequel nous vivons.

GAS AZOTIQUE. C'est une des espèces des *Gas* non-salins, de ceux qui ne sont ni acides ni alkalins. Le *Gas azotique*, que *Lavoisier* a désigné sous le nom de *mofète*, est la partie suffoquante de l'athmosphère, dont elle forme à-peu-près les trois quarts. C'est ce fluide que *Priestley* avoit appelé *air phlogistiqué*, parce qu'il avoit cru qu'il n'étoit que de l'air altéré par le *phlogistique* dégagé des corps en combustion, ou des matières odorantes, etc. Il eût été nécessaire de prouver d'abord l'existence de ce phlogistique; ce qu'on n'a jamais fait : on n'est pas même d'accord sur la nature de cet être, et l'on ne peut pas dire exactement ce que c'est. Il est bien prouvé maintenant que le *Gas azotique* est tout formé dans l'athmosphère, et qu'il reste entier à mesure que l'air pur, quatrième quart de l'athmosphère, est absorbé. Le *Gas* azotique est composé d'une base appelée *azote*, combinée avec le calorique. On a donné à cette base le nom d'*azote*, c'est-à-dire, privatif de la vie, parce que les animaux ne peuvent pas vivre dans ce fluide, lorsqu'il est seul.

Le *Gas azotique* est le résidu de la respiration des

animaux, de la combustion des corps, et de la putréfaction, parce que dans tous ces cas, l'air pur est absorbé ou détruit. Dans la respiration une portion du calorique de l'air pur demeure pour l'entretien de la vie; et l'oxigène, en se combinant avec la matière charbonneuse, que les chymistes disent se trouver dans le sang et les poumons, et qu'ils appellent *carbone*, devient le *Gas* acide carbonique que les animaux expirent conjointement avec le *Gas azotique* (*Voyez* AIR PUR). Dans la combustion et la putréfaction, l'oxigène se combine en partie avec le corps qui brûle ou qui pourrit; et le reste de cet oxigène se combine avec le carbone que fournissent ces substances. D'où il suit que, dans tous ces cas, le *Gas azotique* est mêlé de *Gas* acide carbonique.

Il y a plusieurs moyens de se procurer le *Gas azotique pur*. Le plus usité est le procédé de *Scheele*, qui consiste à exposer du sulfure liquide à une quantité déterminée d'air athmosphérique sous des cloches de verre: le sulfure en absorbe peu-à-peu l'oxigène; et lorque l'absorption est complète, le *Gas azotique* demeure pur. On l'obtient aussi, d'après la découverte de *Berthollet*, en traitant la chair musculaire, ou la partie fibreuse du sang bien lavée, avec l'acide nitreux, dans l'appareil pneumato-chymique; parce que la base de ce *Gas* (l'*azote*) entre dans la composition des chairs, et sert à les animaliser. Mais il faut que les matières animales soient bien fraîches; car si elles sont altérées, elles fournissent du *Gas acide carbonique* mêlé au *Gas azotique*.

On trouvera encore ce *Gas* pur dans le résidu de l'air qui á servi à l'oxidation des métaux, et de l'air qui a été mêlé en juste proportion avec le *Gas nitreux*; parce que les métaux et le *Gas nitreux* se combinent avec l'oxigène, base de l'air pur: il ne reste après cela que le *Gas azotique*.

Fourcroy a découvert que les vessies natatoires des poissons sont pleines de ce *Gas*; et qu'il suffit, pour le recueillir, de crever ces vessies sous des cloches pleines d'eau, dans l'appareil pneumato-chymique à l'eau.

Le *Gas azotique* est un peu plus léger que l'air athmosphérique : sa pesanteur spécifique qui est à celle de l'air, comme 96,5 est à 100,0 ; et à celle de l'eau distillée, comme 11,9048 est à 10000,0000; de sorte que le pouce cube de ce *Gas* pèse 24 milligrammes (0,4444 de grain); et le pied cube, 40762 milligrammes (1 once 2 gros 48 grains). On peut prouver cet excès de légèreté par l'expérience suivante. Mettez deux bougies allumées, de différentes hauteurs, sous une cloche de verre pleine d'air, et de manière que l'air ne puisse pas s'y renouveler. A mesure que les bougies useront l'air pur, elles s'éteindront; mais la plus haute s'éteindra la première : preuve que le *Gas azotique* demeure dans le haut ; donc il est plus léger.

Le *Gas azotique*, lorsqu'il est pur, n'a aucune odeur, ni saveur sensibles. Il n'est point soluble dans l'eau, ou du moins très-peu. Il ne donne aucun signe d'acidité; il ne rougit point les couleurs bleues des végétaux : il ne précipite point la chaux dissoute dans l'eau. Il éteint subitement les corps embrasés ; il tue, avec beaucoup de promptitude et d'énergie, les animaux qu'on y plonge.

Le *Gas azotique* se rétablit et devient respirable et capable d'entretenir la vie, par la végétation de la verdure ; parce que ces végétaux fournissent de l'air pur, en absorbant l'hydrogène de l'eau qui sert à leur végétation, et laissant l'oxigène libre. En effet, si avec 72 parties de ce *Gas azotique* on mêle 28 parties d'air pur, on en fera un air semblable à celui de l'athmosphère, et respirable comme lui.

GAS HÉPATIQUE. C'est le même que le *Gas hydrogène sulfuré*. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE SULFURÉ).

GAS HYDROGÈNE. Les *Gas hydrogènes* sont ceux qui composent le troisième ordre, et qui sont tous inflammables. Il n'y en a qu'une seule espèce, dont on connoit cinq variétés. (*Voyez* GAS). Ces *Gas* se trouvent naturellement dans les vases des eaux bourbeuses et des marais ; dans les mines, soit métalliques, soit de charbon de terre ; dans les entrailles des animaux. Ils s'exhalent des latrines, des cimetières, en un mot,

de tous les lieux où il y a des matières animales ou végétales en putréfaction. Mais dans tous ces cas ils ne sont jamais bien purs.

On peut obtenir le *Gas hydrogène* dans son état de pureté, par le secours de l'art; et cela en décomposant l'eau, puisque sa base est une des parties constituantes de l'eau : c'est pourquoi on a donné à cette base le nom d'*hydrogène*, c'est-à-dire, *générateur de l'eau*. Cette base est jusqu'à présent inconnue; on ne sait quelle est cette substance, parce qu'on ne peut pas la séparer du calorique qui lui donne la forme gaseuse, sans la fixer dans un autre corps. Il est bien prouvé aujourd'hui que l'eau n'est point un être simple, qu'elle est composée de la base de l'air pur, appelée *oxigène* et de la base du *Gas hydrogène*, appelée *hydrogène*; savoir, 17 parties d'oxigène et 3 parties d'hydrogène, mesurant par le poids. (*Voyez* EAU). On obtiendra donc du *Gas hydrogène* de l'eau, toutes les fois qu'on mettra en contact avec cette eau un corps sur lequel on fera agir un acide, ou qu'on chauffera, et qui aura une plus grande affinité avec l'oxigène que ce dernier n'en a avec l'hydrogène. Le fer et le zinc, ainsi que le charbon et les huiles, sont de cette espèce. Mettez donc, dans un flacon garni d'un tube recourbé (*Pl. XXII*, *fig.* 2.), du fer ou zinc en limaille : versez par-dessus de l'acide sulfurique très-affoibli avec de l'eau. Il s'excitera une fermentation accompagnée de chaleur. Laissez échapper l'air du vaisseau; après quoi engagez le bout *D* du tube recourbé *B C D* sous une cloche (*fig.* 3.) pleine d'eau, placée sur l'appareil pneumato-chymique (*fig.* 1.): vous verrez passer un fluide élastique, qui est du *Gas hydrogène pur*. Le fer ou le zinc, qui a plus d'affinité avec l'oxigène que n'en a ce dernier avec l'hydrogène, se combine avec l'oxigène de l'eau et prend l'état d'oxide (*Voyez* OXIDE) : et l'hydrogène, demeuré libre, se combine avec le calorique, et passe sous la forme gaseuse. On voit pourquoi on n'obtiendroit point de *Gas hydrogène*, si l'acide étoit trop concentré et qu'il n'y eut pas d'eau, puisque c'est ici l'eau seule qui peut le fournir.

On obtiendroit le même *Gas*, en substituant à l'acide

sulfurique, ou l'acide muriatique, ou les acides végétaux du vinaigre et du tartre, ou même l'acide carbonique.

On peut encore obtenir le *Gas hydrogène* par la chaleur seule. Voici le moyen : faites passer de l'eau goutte à goutte au travers d'un canon de fer rougi au milieu des charbons ardens : que ce canon soit terminé par un tube recourbé, engagé sous une grande cloche pleine d'eau, placée sur l'appareil pneumato-chymique. Il passera dans la cloche un fluide aériforme très-abondant, qui est du *Gas hydrogène pur*. Il n'y a jamais eu d'expérience de ce genre plus belle que celle qu'a faite *Lavoisier*. Dans cette expérience, l'oxigène de l'eau se combine avec le fer qu'il réduit à l'état d'oxide : et l'hydrogène, demeuré libre, se combinant avec le calorique, forme le *Gas hydrogène* qui passe sous la cloche. Il faut avoir soin de faire passer ce *Gas*, avant qu'il arrive à la cloche, par une bouteille refroidie à la glace, afin de condenser et retenir l'eau qui pourroit passer en vapeur. Le poids du *Gas hydrogène* qui passe sous la cloche, plus le poids dont celui du fer est augmenté, sont juste le poids de l'eau qui s'est décomposée.

Il n'y a donc qu'une seule espèce de *Gas hydrogène*, en quelque endroit qu'on le trouve, et quelles que soient les matières qu'on emploie pour l'extraire. Il ne peut être que mêlé de différentes substances, ou en tenir quelques-unes en dissolution ; et c'est ce qui forme ses variétés, qui sont au nombre de cinq ; savoir, le *Gas hydrogène sulfuré*, le *Gas hydrogène phosphoré*, le *Gas hydrogène carboné*, le *Gas hydrogène carbonique*, et le *Gas hydrogène des marais*. Nous allons indiquer les propriétés de tous ces *Gas*, après que nous aurons examiné celles du *Gas hydrogène pur* et sans mèlange.

GAS HYDROGENE PUR. Nous venons de désigner l'origine de ce *Gas*, et les moyens de se le procurer dans son état de pureté. Nous allons dire maintenant quelles sont ses propriétés.

Le *Gas hydrogène pur* a une odeur forte et désagréable. Il ne donne aucune marque d'acidité : il ne

précipite point la chaux dissoute dans l'eau : il ne rougit point la teinture de tournesol. Lorsque ce *Gas* est bien pur, il se conserve sans altération dans des bouteilles bien bouchées : il s'y conserveroit de même quoiqu'il y eût de l'eau ; parce qu'il n'y est point du tout soluble.

Le *Gas hydrogène pur* est le plus léger de tous les fluides élastiques. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'air, comme 8,04 est à 100,00 ; et à celle de l'eau distillée, comme 0,9911 est à 10000,0000. Le pouce cube de *Gas* pèse 2 milligrammes (0,0370 de grain) ; et le pied cube, 3393 $\frac{1}{2}$ milligrammes (63,9360 grains).

Le *Gas hydrogène pur* suffoque les animaux, comme le font tous les *Gas*, mais en leur causant de vives convulsions. Quoique ce *Gas* soit un des êtres qui s'enflamment le plus aisément, cependant il éteint les corps enflammés qu'on y plonge, comme, par exemple, une bougie allumée. Cette bougie, en entrant dans le *Gas*, l'enflamme à sa surface tandis qu'elle s'éteint dans l'intérieur du *Gas* ; et il arrive souvent qu'en la retirant, elle se rallume. Ce *Gas*, quand il n'est point mêlé d'air, ne brûle donc qu'à sa surface, parce qu'il ne peut jamais s'enflammer que dans l'endroit où il est en contact avec l'air. Mais son inflammation est d'autant plus prompte et plus complète, que ses contacts avec l'air sont multipliés. Si dans une bouteille on met une partie de ce *Gas* et deux parties d'air athmosphérique, et qu'on présente au goulot de la bouteille une bougie allumée, le *Gas* s'enflamme dans l'instant, et brûle avec une rapidité incroyable, en produisant une détonnation vive, semblable à celle de la poudre à canon. Si le *Gas hydrogène* étoit mêlé d'air pur, sa détonnation seroit considérablement plus forte. Il ne faut alors qu'une partie d'air pur et deux parties de *Gas* : la détonnation est très-violente : elle peut l'être au point de casser la bouteille, quoiqu'elle soit ouverte. C'est pourquoi il faut prendre la précaution d'envelopper la bouteille d'un torchon, qui, en cas de rupture, en retiendroit les morceaux, et empêcheroit qu'on n'en fût blessé. Il est même prudent de ne pas

employer de grands volumes : une bouteille de chopine suffit. Ce *Gas* est susceptible de s'enflammer aussi par la plus petite étincelle électrique, comme l'a prouvé *Volta* (*Voyez* PISTOLET DE VOLTA); car il entre dans la composition de ce *Gas* une grande quantité de calorique qui y est peu lié, et presque dans l'état de feu libre.

Le *Gas hydrogène* est capable de décomposer l'acide sulfurique, et de le faire passer à l'état d'acide sulfureux : car sa base ou l'hydrogène, ayant avec l'oxigène plus d'affinité que n'en a le soufre; son hydrogène, dis-je, se combineroit avec une partie de l'oxigène de l'acide sulfurique, et le réduiroit par-là à l'état d'acide sulfureux; et cette combinaison formeroit de l'eau.

Le *Gas hydrogène pur* est devenu un fluide intéressant pour les physiciens, et surtout pour les aéronautes, depuis qu'on s'en est servi pour remplir les ballons aérostatiques. Sa légèreté respective est la cause de l'ascension de ces ballons.

On a cherché aussi à le substituer à d'autres matières combustibles, dans des réchauds et des lampes. *Neret* a donné la description d'un réchaud à *Gas hydrogène* dans le journal de physique (*janvier* 1777). *Furstenberger*, physicien de Bâle, *Brander*, mécanicien d'Ausbourg, *Ehrmann*, démonstrateur de physique à Strasbourg, ont imaginé des lampes à *Gas hydrogène*, que l'on peut allumer la nuit par le moyen d'une étincelle électrique. Mais il faut avoir bien soin d'empêcher qu'il ne s'introduise, dans la lampe, de l'air athmosphérique, qui occasionneroit une vive détonnation et la rupture du vaisseau au grand danger des assistans.

GAS HYDROGÈNE CARBONÉ. C'est celui qui tient du carbone en dissolution. On sait aujourd'hui que le charbon, quoique très-fixe dans des vaisseaux fermés et aux feux ordinaires, contient cependant un principe charbonneux (qu'on appelle *carbone*), susceptible d'être réduit en vapeurs à l'aide d'une très-forte chaleur, et d'être dissous dans des fluides aériformes. Le *Gas hydrogène* surtout jouit de la propriété de dissoudre ainsi ce principe charbonneux : il en entraîne donc

souvent avec lui en prenant la forme gaseuse. On obtient donc un *Gas hydrogène* ainsi *carboné*, lorsqu'on fait agir, sur de la fonte de fer ou sur de l'acier, l'acide sulfurique affoibli avec de l'eau, parce que l'un et l'autre tiennent des matières charbonneuses : la fonte de fer les a absorbées dans les hauts fourneaux; et l'acier dans la cémentation ; ce qui prouve bien que l'acier n'est pas un fer si pur que celui dont il a été formé.

On pourroit dissoudre immédiatement du *carbone* dans du *Gas hydrogène*, en faisant tomber, dans le milieu d'une cloche pleine de ce *Gas*, le foyer d'un verre ardent sur du charbon flottant au-dessus du mercure, qu'on suppose au fond de la cloche. De cette manière on auroit un *Gas hydrogène carboné*.

Le *Gas hydrogène carboné* brûle avec une flamme bleue, et lance, pendant sa combustion, de petites étincelles blanches ou rougeâtres. Il éteint les corps embrasés, et suffoque les animaux, comme le font les autres *Gas*.

Le *Gas hydrogène carboné* est beaucoup plus pesant que le *Gas hydrogène pur* : ce n'est donc pas celui-là dont il faut se servir pour remplir les ballons aérostatiques : il seroit trop lourd, et exigeroit, dans le ballon, un trop grand volume.

GAS HYDROGÈNE CARBONIQUE. C'est celui qui est simplement mêlé de *Gas acide carbonique*, mais sans combinaison. On l'obtient par la distillation de beaucoup de matières végétales, et en particulier du tartrite acidule de potasse, et de tous les sels tartareux, des sels acéteux, des bois durs, du charbon de terre, du charbon qui brûle à l'aide de l'eau, etc.

On peut faire artificiellement du *Gas hydrogène carbonique*, en mêlant du *Gas* hydrogène pur avec du *Gas* acide carbonique, en telle proportion qu'on voudra : ce qui prouve que ce *Gas* n'est ni une espèce particulière, ni même une variété du *Gas* hydrogène ; ce n'est qu'un simple mèlange de deux *Gas*.

On peut séparer le *Gas hydrogène* du *Gas* acide carbonique qui lui est mêlé, par l'eau de chaux et par

par les alkalis, avec lesquels le *Gas* acide carbonique se combine.

Le *Gas hydrogène carbonique* brûle assez difficilement ; cependant, quand le mèlange seroit composé de trois parties de *Gas* acide carbonique et d'une partie seulement de *Gas* hydrogène pur, cela ne le feroit pas cesser d'être inflammable. Il éteint les corps embrasés, et suffoque les animaux, comme le font les autres *Gas*.

GAS HYDROGÈNE DES MARAIS. Ce *Gas* appelé, par *Volta*, *Air* ou *Gas inflammable des marais*, est celui qui est simplement mêlé avec de la mofète ou *Gas* azotique. Il se dégage des eaux bourbeuses des marais, des mares, des étangs, des égouts, des latrines, et de tous les lieux où des matières animales pourrissent dans l'eau. Car alors l'eau se décompose : son oxigène se combine avec les corps qui pourrissent : et son hydrogène, ainsi que l'azote qui étoit entré dans la composition de ces corps, prennent la forme gaseuse, en se combinant avec le calorique. Le *Gas hydrogène des marais* est donc le produit de la putréfaction de quelques matières végétales et de presque toutes les substances animales. Il n'est qu'un simple mèlange, et sans combinaison, du *Gas* hydrogène pur et du *Gas* azotique : car de la combinaison de ces deux fluides il résulteroit du *Gas* ammoniacal, qui seroit soluble dans l'eau : et le *Gas hydrogène des marais* ne l'est pas. C'est à *Berthollet* qu'on doit la connoissance exacte de ce *Gas*.

Le *Gas hydrogène des marais* brûle avec une flamme bleue. Il ne détonne que difficilement avec l'air pur. Lorsqu'on l'a fait détonner dans l'eudiomètre de *Volta* (*Voyez* EUDIOMÈTRE), on a trouvé des gouttes d'eau, et un résidu de *Gas* azotique plus ou moins pur. L'eau résulte de la combinaison de l'hydrogène du *Gas* avec l'oxigène de l'air pur ; et l'azote demeure sous la forme gaseuse. Ce *Gas hydrogène des marais* éteint les corps embrasés, et suffoque les animaux comme le font les autres *Gas*.

Puisque ces *Gas hydrogènes* s'exhalent des mines, des eaux bourbeuses, des marais, des latrines, des cimetières, etc., il est aisé de concevoir qu'ils sont la matière des feux follets qu'on voit au-dessus de ces en-

droits. Leur légèreté leur permet de s'élever assez haut dans l'athmosphère; et comme ils peuvent s'enflammer par une étincelle électrique, il est probable qu'ils s'enflamment ainsi souvent dans les orages, et qu'ils augmentent alors la détonnation du tonnerre. Voilà, sans doute, pourquoi le tonnerre est plus fréquent et plus fort dans certains lieux. Quand ces *Gas* détonnent ainsi, ils brûlent : alors leur base ou l'hydrogène se combinant avec l'oxigène de l'air, forme de l'eau qui tombe en pluie; en effet dans les orages il y a souvent des pluies violentes et subites, après quelques coups de tonnerre.

Avec ces *Gas hydrogènes* on fait des feux d'artifice fort agréables sans fumée et sans bruit, en en remplissant des vessies garnies de robinets de cuivre, et en en introduisant, à l'aide de ces vessies, dans des tubes cylindriques différemment contournés, et percées d'un grand nombre de très-petites ouvertures. En pressant ces vessies plus ou moins fort, suivant le besoin, les *Gas hydrogènes* passent dans les tubes, sortent par toutes les ouvertures qui y sont pratiquées; et on les enflamme avec une bougie allumée : après quoi ils continuent de brûler jusqu'à ce que, fermant les robinets, on en interrompt le cours. Personne n'a fait des choses plus agréables dans ce genre, que *Diller*, démonstrateur de physique à la Haye : ses feux d'artifice présentent différentes figures, soit immobiles, soit mobiles; et sont ornés de plusieurs couleurs : et ce qu'il y a d'agréable, c'est qu'il n'y a aucun danger à craindre, parce que les *Gas* qu'il emploie ne sont pas détonnans avec l'air athmosphérique. La flamme blanche est produite par le *Gas* hydrogène extrait par le charbon de terre. Le mèlange de partie égale d'air athmosphérique avec ce *Gas*, produit la couleur bleue. Le *Gas* hydrogène pur fournit le rouge; et si l'on y mêle, en soufflant, du *Gas* expiré, qui est du *Gas* acide carbonique, et du *Gas* azotique mêlés ensemble, on y ajoute, par-là, une teinte de bleu.

GAS HYDROGÈNE PHOSPHORÉ. C'est celui qui tient du phosphore en dissolution. Il a été découvert par *Gengembre*, qui l'a obtenu en faisant bouil-

lir une lessive de potasse avec moitié de son poids de phosphore coupé en petits morceaux ; et en recevant le fluide aériforme, qui s'en est dégagé, dans des cloches pleines de mercure. On ne pourroit pas le recueillir sur l'eau, parce qu'il y est très-soluble. C'est, sans doute, le phosphore qui lui donne cette solubilité dans l'eau.

Le *Gas hydrogène phosphoré* a une odeur très-fétide. Il éteint les corps embrasés qu'on y plonge ; il suffoque les animaux. Il s'enflamme par le seul contact de l'air, en produisant une explosion qui seroit très-forte et peut-être même dangereuse, si l'on en présentoit à l'air une trop grande quantité à la fois : il n'en faut présenter que fort peu ; une bulle à-peu-près grosse comme une aveline suffit. C'est le phosphore que ce *Gas* tient en dissolution, qui, s'allumant par le contact de l'air, communique son inflammation au *Gas*. Pendant qu'il brûle, il en part une fumée, qui, dans l'air calme, forme une espèce de couronne circulaire qui augmente de diamètre en s'élevant. Cette fumée est de l'acide phosphorique concret, qui s'est formé par la combinaison de l'oxigène de l'air avec le phosphore.

Si, dans une cloche en partie pleine de *Gas hydrogène phosphoré*, et placée sur l'appareil pneumato-chymique au mercure, on fait passer de l'air pur, le *Gas* s'enflamme avec un éclat admirable ; il brûle avec une très-grande rapidité, en produisant une épaisse fumée blanche : et il s'excite une chaleur et une raréfaction si considérables, que la cloche se brise, si elle n'est pas de verre très-épais.

GAS HYDROGÈNE SULFURÉ. C'est celui qui tient du soufre en dissolution, et qui est connu sous le nom de *Gas hépatique*. *Gengembre*, qui en a fait l'analyse, le regarde comme formé de *Gas* hydrogène pur et de soufre très-divisé. C'est ce soufre, qu'il tient en dissolution, qui lui donne ses caractères distinctifs. On obtient ce *Gas* des sulfures solides, en les décomposant par les acides affoiblis d'eau, dans des appareils pneumato-chymiques au mercure. Le sulfure s'empare de l'oxigène de l'eau, qui se décompose alors, et dont l'hydrogène, se combinant avec une partie du soufre et du calorique, forme ce *Gas*.

Le *Gas hydrogène sulfuré* a une odeur très-fétide. J'ignore quelle est sa pesanteur spécifique, mais il est certainement beaucoup plus pesant que le *Gas* hydrogène pur : et il est soluble dans l'eau. C'est, sans doute, le soufre qui le rend ainsi soluble et plus pesant.

Le *Gas hydrogène sulfuré* a, comme les autres *Gas*, la propriété d'éteindre les corps embrasés qu'on y plonge, et de suffoquer les animaux. Il verdit le sirop de violettes. L'air pur qu'on y mêle, le décompose par la combinaison de son oxigène avec l'hydrogène de ce *Gas*, et par-là en fait précipiter le soufre. Par la même raison, il est aussi décomposé, et son soufre précipité, par l'acide nitreux, par l'acide sulfureux, et dans certaines circonstances, par le muriate oxigéné : dans tous ces cas il y a de l'eau de formée.

Le *Gas hydrogène sulfuré* s'allume par le contact des corps enflammés, et même par l'étincelle électrique. Il brûle avec une flamme d'un bleu rougeâtre ; et, en brûlant, il dépose, sur les parois des vases qui le contiennent, du soufre, lequel ne peut pas brûler par la petite chaleur suffisante pour brûler le *Gas*.

C'est le *Gas hydrogène sulfuré* qui minéralise les eaux sulfureuses, telles que les eaux d'Enghien, de Bonnes, de Baredge, de Cauterestz, etc.

GAS INFLAMMABLE. C'est le même que le *Gas* hydrogène. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE).

GAS INFLAMMABLE CARBONÉ. C'est le même que le *Gas* hydrogène carboné. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE CARBONÉ).

GAS INFLAMMABLE CARBONIQUE. C'est le même que le *Gas* hydrogène carbonique. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE CARBONIQUE).

GAS INFLAMMABLE CHARBONNEUX. C'est le même que le *Gas* hydrogène carboné. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE CARBONÉ).

GAS INFLAMMABLE DES MARAIS. C'est le même que le *Gas* hydrogène des marais. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE DES MARAIS).

GAS INFLAMMABLE MOFÉTISÉ. C'est le même que le *Gas* hydrogène des marais. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE DES MARAIS.).

GAS INFLAMMABLE PHOSPHORÉ. C'est le même que le *Gas* hydrogène phosphoré. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE PHOSPHORÉ).

GAS INFLAMMABLE SULFURÉ. C'est le même que le *Gas* hydrogène sulfuré. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE SULFURÉ).

GAS MÉPHITIQUE. C'est le même que le *Gas* acide carbonique. (*Voyez* GAS ACIDE CARBONIQUE).

GAS MURIATIQUE OXIGÈNÉ. Ce *Gas*, qui est l'acide marin déphlogistiqué de *Scheele* sous la forme gaseuse, est le *Gas acide muriatique* dont nous avons parlé plus haut, mais surchargé d'oxigène et déflegmé. On l'obtient en faisant chauffer et évaporer de l'acide muriatique, pendant qu'il agit sur une substance qui tient l'oxigène, comme, par exemple, l'oxide natif de manganèse. Il s'excite alors une vive effervescence, pendant laquelle l'acide muriatique passe en *Gas*, mais surchargé d'oxigène, qu'il enlève à l'oxide de manganèse, parce qu'il a avec lui une très-grande affinité. On peut recevoir ce *Gas* sur l'eau, quoiqu'il y soit soluble; car il ne s'y dissout qu'en petite quantité, et l'eau en est promptement saturée : alors le *Gas* excédant à la saturation de l'eau, passe à la partie supérieure de la cloche, en faisant baisser l'eau.

Ce *Gas muriatique oxigéné* est donc composé du *Gas* acide muriatique et d'un excès d'oxigène. C'est cet oxigène en excès qui, quoiqu'il soit le principe acidifiant, lui ôte presque toute son acidité, et le rend moins soluble dans l'eau. Ceci est une chose difficile à expliquer. On sait qu'un excès d'oxigène ajouté au *Gas* nitreux, y produit un effet contraire (*Voyez* GAS NITREUX); car il lui donne l'acidité qu'il n'avoit pas; et il le rend tout-à-fait soluble dans l'eau. Il seroit difficile de dire d'où viennent ces deux effets opposés; mais ce sont des faits bien constatés que nous devons adopter, quoique nous en ignorions la cause.

La preuve que le *Gas muriatique oxigéné* n'est point acide, ou qu'il l'est du moins infiniment peu, c'est qu'il ne se combine point ou presque point avec les alkalis; et qu'il n'a pas la force de chasser l'acide carbonique des différentes bases avec lesquelles il est

combiné ; ce que peuvent cependant faire tous les acides que nous connoissons, quelque foibles qu'ils soient.

Le *Gas muriatique oxigéné* n'est pas invisible, comme le sont les autres *Gas* ; il est d'un jaune verdâtre qui le fait bien appercevoir. Il a une odeur forte et piquante, et il est dangereux de le respirer, parce qu'il excite une toux violente, et pourroit causer une hémoragie. Ce *Gas* éteint les corps enflammés, et fait périr très-promptement les animaux qu'on y plonge.

Nous venons de dire que le *Gas muriatique oxigéné* n'est plus acide : en effet il ne rougit pas les couleurs bleues des végétaux, comme il l'eût fait s'il n'eût pas été surchargé d'oxigène : mais il efface entièrement ces couleurs : il décolore les étoffes teintes, le sirop de violettes, les fleurs, etc. et réduit tous ces corps au blanc. Si l'on plonge dans ce *Gas* un bouquet de fleurs de violettes, elles sont décolorées sur-le-champ : cet effet est si prompt, qu'il semble qu'on ait escamoté le bouquet de fleurs bleues, et qu'on en ait substitué un de fleurs blanches. Ce *Gas* décolore de même et blanchit la toile, la cire jaune, la soie, etc. C'est par le moyen de son excès d'oxigène qu'il produit ces effets : et en perdant cet excès d'oxigène, il redevient gas acide muriatique simple, qui est alors tout-à-fait soluble dans l'eau.

Le *Gas muriatique oxigéné* a la propriété de décomposer l'ammoniaque, lequel est formé par la combinaison de l'hydrogène et de l'azote. (*Voyez* AMMONIAQUE). L'oxigène excédant du *Gas* se combine avec l'hydrogène de l'ammoniaque, et forme de l'eau : et l'azote se trouve libre. L'ammoniaque est donc propre à préserver des effets nuisibles du *Gas muriatique oxigéné*, dont nous avons parlé ci-dessus.

Le *Gas muriatique oxigéné* est soluble dans l'eau jusqu'à un certain point ; et il forme alors ce qu'on nomme improprement l'*acide muriatique oxigéné* en liqueur, qui est le vrai dissolvant de l'or, du platine, etc. Dans l'acide nitro-muriatique c'est le même agent qui dissout l'or : car ce dernier acide est un mélange d'acide muriatique et d'acide nitrique. (*Voyez* ACIDE NITRO-MURIATIQUE). Dans ce mélange l'acide muriatique

(dont la base a une grande affinité avec l'oxigène) se combine avec l'oxigène de l'acide nitrique, et devient par-là l'acide muriatique oxigéné ; et la base de l'acide nitrique demeure libre ; de sorte que, dans cette liqueur il ne reste peut-être plus rien d'acide. L'acide nitrique a perdu son acidité, en perdant son oxigène ; et l'acide muriatique a perdu la sienne, en acquérant l'oxigène de l'acide nitrique : deux faits qui, comme nous l'avons dit, sont difficiles à expliquer.

L'*Acide muriatique oxigéné* se décompose peu-à-peu par le contact de la lumière, qui en dégage l'oxigène excédant ; et par-là il repasse à l'état d'acide muriatique simple : et cet oxigène excédant ainsi dégagé, se combinant avec le calorique, forme de l'air pur.

GAS NITREUX. C'est une des espèces des gas non-salins, de ceux qui ne sont ni acides ni alkalins. Le *Gas nitreux* n'existe point dans la nature sans le secours de l'art. Il a été découvert par *Hales ;* mais *Priestley* a fait connoître la plupart de ses propriétés. Il est une des parties constituantes de l'acide nitreux ; ou, pour mieux dire, il est lui-même l'acide nitreux, mais privé de la plus grande partie de son oxigène, ce qui fait qu'il cesse d'être acide. Il est donc composé de la même base que celle de l'acide nitreux (qui est de l'azote tenant dans l'état de gas peu d'oxigène) et combinée avec le calorique. Dans cet état il n'est point soluble dans l'eau : mais si on lui fournit de l'oxigène, il devient acide, et très-soluble dans l'eau. On peut se convaincre de ceci par l'analyse et par la synthèse. 1°. Par l'analyse. On peut décomposer l'acide nitreux et le réduire d'abord à l'état de gas nitreux, en le faisant agir sur un métal, comme, par exemple du cuivre, qui lui enlève une grande partie de son oxigène. Après quoi on expose ce *Gas* nitreux sur du sulfure alkalin qui lui enlève ce qui lui reste d'oxigène ; et il ne reste plus que du *Gas* azotique, donc, etc. 2°. Par la synthèse. *Cawendish* a formé de l'acide nitreux, en exposant à l'action des étincelles électriques un mèlange de 7 parties d'air pur et de 3 parties de *Gas* azotique. Donc la base du *Gas* nitreux est de l'azote combiné avec un peu d'oxigène.

On dégage donc le *Gas nitreux* de l'acide nitreux que l'on fait agir sur des matières combustibles. Ces matières se combinent avec plus ou moins de son oxigène, tandis que sa base, qui est l'azote, retenant une partie de l'oxigène, et se combinant avec le calorique, forme le *Gas nitreux*. On peut employer pour cela du fer, du cuivre rouge, du cuivre jaune, de l'étain, de l'argent, du mercure, du bismuth et du nickel.

On l'extrait encore du même acide nitreux par le moyen de l'esprit-de-vin, des éthers, des huiles, des résines, des gommes, des charbons, du sucre, etc. Mais c'est par le moyen des métaux qu'on en obtient le plus. Ses propriétés sont les mêmes, de quelque substance dont on se serve pour l'extraire; parce que dans tous les cas il est toujours le même être. On recueille ce *Gas* dans des cloches pleines d'eau (*Pl. XXII, fig.* 3.) placées sur l'appareil pneumato-chymique (*fig.* 1.), sous lesquelles on engage le bout *D* du tube recourbé *B C D* du flacon *A* (*fig.* 2.) dans lequel on fait agir l'acide sur le corps combustible. Mais il est bon de remplir en entier le flacon *A* d'acide; car s'il y restoit de l'air, le *Gas*, en se dégageant, se combineroit avec l'oxigène de l'air pur : et cette combinaison, se dissolvant dans la liqueur, occasionneroit un vide qui permettroit à l'eau de la cuvette de passer, par le tube recourbé *B C D*, dans le flacon *A*.

Le *Gas nitreux* est un peu plus pesant que l'air atmosphérique. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'air, comme 105,5 est à 100,0; et à celle de l'eau distillée, comme 13,0179 est à 10000,0000. Le pouce cube de ce *Gas* pèse 26 milligrammes (0,4860 de grain); et le pied cube 44573 milligrammes (1 once 3 gros 47,8080 grains).

Le *Gas nitreux* ne donne aucun signe d'acidité : il ne rougit point les couleurs bleues des végétaux, à moins qu'il ne s'y soit mêlé de l'air; car alors il a pris de l'acidité. Il éteint les corps enflammés; mais si l'on y plonge une bougie allumée, il donne une couleur verte à la flamme avant de l'éteindre. Il fait promptement périr les plantes et les animaux qu'on y plonge.

Lorsqu'on mêle le *Gas nitreux* à l'air de l'atmos-

phère, il devient rutilant, et a l'odeur de l'acide nitreux, comme il est aisé de s'en assurer, en en repandant un peu dans l'air. Cela doit être ainsi : car il absorbe alors la partie respirable de l'air, il se combine avec sa base, qui est l'oxigène, et devient l'acide nitreux. Pour vous en convaincre, mettez dans le long tube de verre (*fig.* 4.) divisé en mesures égales par des traits de diamant, deux mesures (*fig.* 5.) d'air athmosphérique, et ensuite une mesure de *Gas nitreux;* sur-le-champ, le mèlange deviendra rutilant et s'échauffera : et comme cette combinaison, qui est vraiment de l'acide nitreux, est très-soluble dans l'eau, vous verrez l'eau remonter dans le tube à mesure que le mèlange s'y dissoudra : de sorte que des trois mesures il y en aura environ $1\frac{1}{2}$ de dissoute, si l'air est d'une bonne qualité. Ce qui demeurera ne sera plus que du *Gas* azotique. La chaleur produite en cette occasion est due au calorique de ces fluides, qui prend l'état de liberté. Si au lieu d'air athmosphérique, vous mêlez au *Gas nitreux* de l'air pur, savoir, 2 mesures de *Gas* et une mesure d'air pur, le mèlange sera presque en entier dissous dans l'eau.

On peut donc, par le moyen du *Gas nitreux*, juger de la salubrité de l'air : car, comme il ne se combine qu'avec la base de la partie respirable, on jugera que cette partie respirable est d'autant plus abondante dans l'air qu'on éprouve, qu'il y en a un plus grand volume d'absorbé.

L'eau qui dissout cette combinaison de *Gas nitreux* et d'air pur, est de l'acide nitreux en liqueur, d'autant plus fort qu'il y a moins d'eau : car cet acide s'unit aux alkalis, et forme avec eux des nitres détonnans. Pour le prouver, au fond d'une cloche de verre (*fig.* 12.) fixez un petit crochet *C;* attachez-y un petit nouet de *Gas* plein de carbonate ammoniacal concret : posez cette cloche sur la planche *E F* (*fig.* 1.) de l'appareil pneumato-chymique : que la cloche soit aux deux tiers pleine d'air athmosphérique, et l'autre tiers plein d'eau : faites ensuite passer du *Gas nitreux* dans cette cloche. Le mèlange deviendra d'abord rutilant, effet de la combinaison de ce *Gas* avec la base de la partie respirable

de l'air : par cette combinaison, le *Gas* est devenu acide nitreux. Ensuite il se formera beaucoup de vapeurs blanches, qui prouvent la combinaison de cet acide avec le carbonate ammoniacal. Ces vapeurs se condensent ensuite, et crystallisent. Ces crystaux recueillis fusent sur les charbons ardens; donc c'est du nitre. Ces effets n'auroient pas lieu, si l'on mettoit le carbonate ammoniacal dans le *Gas nitreux* seul, parce qu'il n'est point acide.

GAS OXIGÈNE. Nom qu'ont donné les chymistes modernes à l'air pur, à cette partie de l'athmosphère qui est la seule capable d'entretenir la vie des animaux et la combustion des corps. (*Voyez* AIR PUR).

GAS PHLOGISTIQUE. C'est le même que le *Gas azotique*. (*Voyez* GAS AZOTIQUE).

GAS PHOSPHORIQUE. C'est le même que le *Gas hydrogène phosphoré*. (*Voyez* GAS HYDROGÈNE PHOSPHORÉ).

GATEAU. *Terme d'Electricité*. On appelle ainsi une assez grosse masse de résine, de poix, ou autres matières semblables, dont on se sert pour isoler les corps, qu'on veut électriser par communication. (*Voyez* ISOLER).

Ces sortes de *Gâteaux* peuvent être faits de résine, ou de poix, ou de soufre, ou de cire d'Espagne, ou de cire d'abeilles, etc. Mais on se sert ordinairement de résine ou de poix, comme étant les matières les plus communes, et qui coûtent le moins. Ces *Gâteaux* doivent avoir au moins cinq ou six pouces d'épaisseur, et être assez larges pour qu'un homme puisse commodément se tenir debout dessus. On peut les mouler, en coulant la matière fondue dans un cercle d'éclisse ou de carton, auquel on aura fait un fond de bois, ou seulement de plusieurs feuilles de papier collé. Mais lorsqu'ils seront refroidis et durcis, il faut les dépouiller de cette espèce d'écorce, par laquelle l'électricité ne manqueroit pas de se dissiper. On peut cependant les laisser sur le fond de bois ou de papier; ce qui leur donnera plus de solidité. Ces sortes de *Gâteaux* sont sujets à des inconvéniens : ceux de résine s'écroulent souvent ou se rompent, quand on marche dessus;

ceux qui sont faits de poix seule, s'affaissent et se déforment quand il fait chaud. On peut remédier à ces inconvéniens, en faisant ces *Gâteaux* d'un mèlange de parties égales de résine et de cire la plus commune. Alors ils ne sont pas assez cassans pour se rompre, ni assez susceptibles de s'amollir par la chaleur de l'air.

Il arrive quelquefois que ces *Gâteaux* nouvellement moulés sont d'un mauvais service, et ne produisent point l'effet qu'on en attend : la personne, qui est placée dessus, ne devient que peu ou point électrique. Mais si l'on a la patience d'attendre, cette mauvaise disposition cessera avec le temps, et ils deviendront très-propres à l'effet auquel ils sont destinés. Il faut cependant, toutes les fois qu'on veut s'en servir, avoir soin que leur surface soit bien sèche; car l'humidité ou l'eau est une espèce de véhicule, qui donne lieu à l'électricité de se dissiper.

J'ai fait faire des espèces de tabourets de bois (*Pl. LXVIII, fig.* 1.) portés sur trois bouteilles de verre commun, de celles dont on se sert pour mettre le vin, qui m'ont très-bien réussi. Ces tabourets ne sont pas sujets, comme le sont les *Gâteaux*, ni à se rompre aisément, ni à se déformer. Si, lorsqu'on veut s'en servir, on a soin d'en bien sécher la surface des bouteilles, ils font un très-bon effet. Il faut employer pour cela des bouteilles neuves, dans lesquelles il ne soit entré aúcune liqueur, ou du moins dont la surface intérieure soit bien sèche et bien nette. On ne craindra point cette humidité intérieure, si, au lieu de bouteilles, on fait usage de colonnes massives de verre.

Il ne faut pas que la personne qui est placée sur le *Gâteau* ou sur le tabouret, touche à aucun des corps voisins, soit par elle-même, soit par ses habits : l'électricité ne manqueroit pas de se dissiper, au moins en partie, par-là. Si donc c'est quelqu'un qui porte une longue robe, il faut avoir soin que cette robe soit autant élevée au-dessus du plancher, que les pieds de la personne même. Il en est de même de tous les autres corps que l'on veut isoler : il faut bien prendre garde qu'ils ne touchent aucun autre corps que leur support.

GELÉE. Acte par lequel l'eau et les liquides aqueux passent de l'état de liquidité à celui de glace. (*Voyez* GLACE).

Lorsque dans un certain canton, dans un pays déterminé, l'air s'est assez refroidi pour enlever à l'eau une portion de la matière du feu qu'elle contient, et qui est la principale cause de sa fluidité, de manière qu'il ne lui en reste plus assez pour entretenir la mobilité respective de ses parties, elle se *gèle* naturellement, et se convertit en un corps solide, qu'on nomme *Glace*. Toutes les fois que cela arrive à l'air libre, on appelle cela de la *Gelée*. La *Gelée* n'arrive donc dans un pays que quand l'eau et les liqueurs aqueuses, qui ne sont pas trop agitées, se gèlent d'elles-mêmes à l'air libre; c'est là le premier et le moindre degré de la *Gelée*. Or ce degré est constant, et pour les temps et pour les lieux; car l'eau se gèle partout au même degré de froid, quelque chose qu'en ait dit *Musschenbroëck*, qui n'est pas de cet avis; et elle ne se convertit naturellement en glace, que quand la température de l'air ou du milieu quelconque qui l'environne, est parvenue à ce degré.

Si le froid augmente, la *Gelée* sera plus forte; des fluides dont la liquidité se soutient au degré de froid qui fait geler l'eau, se convertiront en glace : il gelera dans l'intérieur des maisons et jusque dans les chambres les plus exactement fermées; les rivières les plus rapides se glaceront en partie, ou même dans toute leur étendue jusqu'à une certaine profondeur. On conçoit que tout ou partie de cela doit arriver ainsi, suivant l'intensité et la durée plus ou moins grande du froid.

Le degré de froid nécessaire pour ce que nous appelons la *Gelée*, pour la formation naturelle de la glace, est celui auquel s'arrête la liqueur d'un thermomètre (*Voyez* THERMOMÈTRE) dont on a plongé la boule dans de la glace ou de la neige qui commence à se fondre ou même qui est au quart ou au tiers fondue. C'est le degré marqué zéro sur le thermomètre de *de Luc*, sur celui de *Réaumur* et sur celui de *Newton*; 32 sur celui de *Farenheit*; 150 sur celui de *Delisle*; et 51 pouces 6 lignes sur le thermomètre d'air d'*Amontons*. Il ne

gèle point avant que la liqueur du thermomètre soit descendue à l'un ou l'autre de ces degrés, suivant l'espèce de thermomètre dont on fait usage. Lorsqu'elle y est parvenue, si le froid se soutient, ou qu'il augmente, la glace paroît, à moins que quelques circonstances particulières n'empêchent sa formation. Si le froid augmente beaucoup, la *Gelée* devient plus forte; elle l'est d'autant plus que le froid est plus vif.

Les grands vents, tant par l'agitation qu'ils communiquent aux liquides exposés à leur action, que parce qu'ils diminuent toujours un peu l'intensité du froid, sont un obstacle à la formation de la glace. Ainsi, quoique le vent de nord nous amène d'ordinaire la *Gelée*, ce n'est point, à beaucoup près, lorqu'il souffle avec le plus de violence, qu'il gèle le plus fortement. L'air dans les fortes *Gelées* est tranquille ou médiocrement agité : nous ferons voir, en parlant de la glace, qu'un petit vent sec accélère toujours la congélation.

Jamais une forte *Gelée* ne produit de plus funestes effets sur les plantes et sur les arbres, que quand elle succède tout-à-coup à un dégel, à de longues pluies, à une fonte de neiges; car, dans ces circonstances, toutes les parties des végétaux se trouvent imbibées de beaucoup d'eau, qui, venant à se glacer dans les petits tuyaux où elle s'étoit glissée, écarte les fibres et toutes les parties organiques des arbres mêmes dont le bois est le plus dur, y cause une violente distension et les rompt. C'est la raison pour laquelle la plupart des oliviers, et beaucoup d'autres arbres, périrent en Languedoc et en Provence dans le rigoureux hiver de 1709. Les arbres les plus forts et les plus vieux moururent en plus grande quantité, parce que leurs fibres moins flexibles se prêtoient moins à l'effort que faisoit l'eau *Gelée* en se dilatant. Ce phénomène a donc pour cause la dilatation et la force expansive de la glace, dont nous parlerons ailleurs; et il est parfaitement semblable à celui de la rupture des vaisseaux, causée par la congélation de l'eau qui y étoit contenue. (*Voyez ci-après* GLACE).

Tout le monde sait que les fruits se *gèlent* pendant les hivers qui sont un peu rudes. Dans cet état,

ils perdent ordinairement tout leur goût, et lorsque le dégel arrive, on les voit le plus souvent tomber en pourriture. Les parties aqueuses, que ces fruits contiennent en grande quantité, étant changées en autant de petits glaçons dont le volume augmente, brisent et crèvent les petits vaisseaux qui les renferment; ce qui détruit l'organisation.

On observe quelque chose de semblable sur les animaux mêmes qui habitent les pays froids. Il n'est pas rare d'y voir des gens qui ont perdu le nez ou les oreilles, pour avoir été exposés à une forte *Gelée*. Ces accidens ne sont pas sans exemples dans les climats tempérés.

Quand un membre a été *Gelé*, on ne peut espérer de le sauver qu'en le faisant dégeler fort lentement, en le tenant, par exemple, quelque temps dans la neige avant que de l'exposer à un air plus doux. On prévient de la même manière la perte d'un fruit *Gelé*. La lenteur du dégel est absolument nécessaire. Une fonte trop brusque, qui ne laisseroit pas aux parties d'un corps *Gelé* le temps de reprendre l'ordre qu'elles ont perdu, détruiroit dans ce corps l'organisation qu'on y veut conserver. (*L'abbé Nollet, Leç. de Phys. t. IV, p.* 136).

Il suit de là que les fruits qui se sont *Gelés* sur les arbres, sont perdus sans ressource, s'il survient un dégel trop considérable et trop prompt. Un pareil dégel n'est guère moins nuisible qu'une forte *Gelée* qui succède tout-à-coup à une très-grande humidité.

GELÉE BLANCHE. *Météore aqueux*. On appelle ainsi les petits glaçons, fort menus et très-proches les uns des autres, qu'on apperçoit le matin sur la surface de la terre en certains temps de l'année, comme vers la fin de l'hiver ou le commencement du printemps, et vers la moitié ou la fin de l'automne. Ces petits glaçons sont produits par les gouttes de rosée, qui, tombant sur la terre et sur les corps qui sont à sa surface, les trouvent assez refroidis pour les *Geler*. C'est ce qui arrive lorsque les nuits sont assez fraîches et assez longues, pour que la terre et les corps, qui sont à sa surface, aient eu le temps de perdre une

grande partie de la chaleur qu'ils avoient acquise pendant le jour. C'est pourquoi, au lieu des petites gouttes de rosée qu'on trouveroit sur les plantes, sur les toits des maisons, sur les terres assez compactes ou assez humectées pour ne pas absorber toute l'humidité qu'elles reçoivent, on n'y apperçoit que de petits glaçons, qui, étant d'une couleur blanche, ont fait donner à ce météore le nom de *Gelée blanche*. La *Gelée blanche* n'est donc qu'une rosée *Gelée*. (*Voyez* ROSÉE).

La *Gelée blanche* se fond dès que le soleil a fait renaître la chaleur, et alors elle se dissipe de l'une de ces deux manières : ou elle rentre dans la terre et dans les corps poreux qui sont à sa surface, et qui se trouvent avoir plus de dispositions à l'absorber que n'en a l'air de l'athmosphère : ou bien elle s'élève de nouveau dans l'air, soit que, par quelque nouvelle circonstance, il devienne plus propre à s'en charger, soit que quelque vent y transporte un air plus sec que celui sous lequel elle étoit.

Il n'est point nécessaire, pour produire la *Gelée blanche*, que la terre, ou les objets terrestres, ou même l'air aient acquis le degré de froid qui occasionne la congélation, il suffit qu'ils en soient fort près. Ce qui fait *Geler* ces petites gouttes de rosée qui forment la *Gelée blanche* est surtout le refroidissement occasionné par l'évaporation, augmentée par la chaleur qui se ranime dans l'air, principalement par la première action du soleil. Il arrive souvent que la rosée, qui n'est encore que rosée avant que le soleil se lève, devient de la *Gelée blanche* peu d'instans après que cet astre est monté au-dessus de l'horizon. Et quand le soleil alors est bien brillant, c'est le cas où la *Gelée blanche* cause le plus de dommage aux plantes et aux fruits; car l'évaporation étant plus considérable, le refroidissement en devient aussi plus grand. (*Voyez* REFROIDISSEMENT.)

Les corps auxquels la rosée n'adhère point, ne se trouvent point couverts de *Gelée blanche* : aussi n'en voit-on jamais sur les métaux polis; et ce n'est pas le poli qui en empêche, car elle est fort abondante sur

le verre et la porcelaine qui se trouvent exposés à la recevoir.

GEMEAUX. Nom du troisième signe du zodiaque, ainsi que de la troisième partie de l'écliptique, dans laquelle le soleil nous paroît entrer le 20 ou le 21 mai. Lorsque le soleil nous paroît arriver au dernier point de ce signe, le printemps finit pour les habitans de l'hémisphère septentrional; et, au contraire, c'est l'automne qui finit alors pour les habitans de l'hémisphère méridional. On compte dans cette constellation 34 étoiles remarquables, savoir, 3 de la seconde grandeur, 4 de la troisième, 7 de la quatrième, 9 de la cinquième, et 11 de la sixième. (*Voyez* CONSTELLATIONS).

Les astronomes caractérisent les *Gémeaux* par cette marque ♊. (*Voyez l'astronomie de Lalande, pag.* 163).

Il y a à la tête de chacun des *Gémeaux* une étoile de la seconde grandeur, dont l'une est connue sous le nom de *Castor* et l'autre sous celui de *Pollux*. On nomme *Castor* celle qui est à la tête du *Gémeau* occidental; et l'on appelle *Pollux* celle qui est à la tête du *Gémeau* oriental. On donne encore les noms de *Castor* et de *Pollux* aux *Gémeaux* eux-mêmes : on les appelle aussi quelquefois *Apollon* et *Hercule*.

GEMMES. Nom général que l'on donne aux pierres précieuses. (*Voyez* PIERRES PRÉCIEUSES). Il y en a un grand nombre, qui se distinguent entr'elles par la pesanteur, la dureté, la couleur, l'éclat, les proportions de chacun de leurs principes constituans, et leurs combinaisons plus ou moins intimes.

GÉOCENTRIQUE. *Terme d'Astronomie*. On appelle ainsi le lieu d'une planète vue de la terre : ainsi le *lieu géocentrique* d'une planète est le point du ciel où elle est rapportée, étant vue de la terre. Le point de l'écliptique auquel on rapporte le centre d'une planète, vue de la terre, est ce qu'on appelle *Longitude géocentrique* de la planète : et l'angle sous lequel paroît, vue de la terre, la distance perpendiculaire du centre de la planète à l'écliptique, est la *Latitude géocentrique* de cette planète. (*Voyez* LONGITUDE GÉOCENTRIQUE et LATITUDE GÉOCENTRIQUE).

GÉOCENTRIQUE.

GÉOCENTRIQUE. (*Latitude*) (*Voyez* LATITUDE GÉOCENTRIQUE).

GÉOCENTRIQUE. (*Longitude*) *Voyez* LONGITUDE GÉOCENTRIQUE).

GÉOGRAPHIE. Ce mot signifie en général *description de la terre*, ou bien c'est la science qui enseigne le nom et la situation des différens pays de la terre.

On distingue la *Géographie* en *universelle* et en *particulière*. On entend par *Géographie universelle*, celle qui considère toute la terre en général, sans entrer dans le détail particulier des pays. La *Géographie particulière* décrit la situation et la constitution de chaque pays séparément : et on subdivise cette dernière en *Chorographie*, qui décrit des pays d'une étendue considérable, et en *Topographie*, qui n'embrasse qu'un lieu ou une petite portion de terrein.

GÉOMÉTRIE. C'est une partie des mathématiques, qui traite de l'étendue et de ses différens rapports. Le véritable objet de cette science est donc l'étendue considérée en tant qu'elle a trois dimensions, longueur, largeur et profondeur.

L'étendue en longueur, considérée sans largeur et sans profondeur, se nomme *Ligne*. (*Voyez* LIGNE.)

L'étendue en longueur et en largeur, considérées ensemble, indépendamment de la profondeur, se nomme *Surface*. (*Voyez* SURFACE). L'étendue en longueur, en largeur et en profondeur, considérées ensemble, se nomme *Solide* (*Voyez* SOLIDE), quelquefois *corps* (*Voyez* CORPS), et quelquefois *Volume* (*Voyez* VOLUME).

On appelle *point* une partie d'étendue que l'on considère comme n'ayant aucune étendue : telle est l'extrémité d'une ligne.

La *Géométrie* considère ces dimensions séparément les unes des autres ; par exemple, elle considère la longueur, sans la largeur et la profondeur : elle considère de même la longueur et la largeur, sans avoir égard à la profondeur ; enfin elle considère le point sans aucune dimension. Mais comme il n'y a point d'étendue qui n'ait les trois dimensions ensemble, savoir la longueur, la largeur et la profondeur ; comme il n'y a

pas même de point sans étendue, la physique considère toujours ces dimensions comme inséparables.

Malgré ces différentes manières dont l'étendue est considérée par un géomètre et par un physicien, nous devons convenir que la *Géométrie* est de la plus grande utilité à quelqu'un qui s'applique à la physique, et que celui qui veut faire quelques progrès dans cette science, doit en avoir appris au moins les élémens. Malgré cet aveu, nous pensons qu'ici un traité de *Géométrie* seroit hors de sa place, c'est pourquoi nous renvoyons aux excellens ouvrages qui en traitent, et qui sont entre les mains de tout le monde.

GERMINAL. Septième mois de l'année de la république française. Ce mois, qui a 30 jours comme les onze autres, commence le 21 mars et finit le 19 avril. On lui a donné le nom *Germinal*, parce que c'est dans ce mois que la plupart des germes se développent.

GIRAFFE. Nom que l'on donne en astronomie à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, et qui est placée assez près du pole boréal, entre Céphée, Cassiopée, Persée, le Cocher et la grande et la petite Ourse. C'est une des 11 nouvelles constellations qu'*Augustin Royer* a ajoutées aux anciennes, et sous lesquelles il a rangé les étoiles qui étoient demeurées informes. (*Voyez l'astronomie de Lalande, pag.* 188). Cette Constellation a été donnée depuis par *Hévélius*, sous le nom de *Camélopard*. (*Voyez* CAMÉLOPARD).

Cette constellation est une de celles qui demeurent toujours sur notre horizon, et ne se couchent jamais à notre égard.

GIRASOL. Pierre précieuse transparente, blanche, qui a une légère teinte de rouge, et une de bleu encore plus légère. Cette pierre est peu connue : on ignore quelle est la forme de ses crystaux. Sa pesanteur spécifique est très-grande ; elle ressemble à celle des pierres orientales : elle est à celle de l'eau distillée, comme 40000 est à 10000. Elle paroît tenir le milieu entre le rubis et le saphir orientaux : comme eux, elle ne cause aux rayons de lumière qu'une réfraction simple. Ce que les joailliers appellent *Girasol*, n'est autre chose qu'une

chalcédoine; mais le *Girasol* dont nous parlons, en diffère beaucoup par sa transparence, et plus encore par sa pesanteur, qui est à celle de la chalcédoine, à-peu-près, comme 8 est à 5.

GIVRE. *Météore aqueux*. On donne le nom de *Givre* aux brouillards, qui, venant à se geler, s'attachent, en forme de petits glaçons, aux branches des arbres et des plantes, aux habits et aux cheveux des voyageurs, aux crins des chevaux, et généralement à tout ce qui s'y trouve exposé.

Pendant l'hiver et dans les climats froids, les brouillards sont beaucoup plus fréquens et plus épais qu'ils ne le sont pendant l'été et dans les climats chauds; parce qu'alors les vapeurs sont condensées, par le froid de l'air, presqu'au moment où elles sortent de la surface de la terre et des eaux, ce qui ne leur permet de s'élever qu'à une très-petite hauteur. Si, pendant qu'elles sont ainsi suspendues dans la partie de l'athmosphère la plus voisine de la terre, le froid vient à augmenter, elles se condensent de plus en plus, retombent sur tout ce qu'elles rencontrent et s'y attachent en forme de petits glaçons auxquels d'autres viennent successivement se joindre, et forment ce que nous appelons le *Givre* ou *frimat*.

Lorsque l'air vient à se réchauffer, le *Givre* fond et se dissipe de l'une de ces deux manières; ou il tombe à terre et s'y insinue ainsi que dans les corps poreux qui sont à sa surface; ou il passe de nouveau dans l'air, pour y former encore des brouillards, s'il ne s'élève qu'à une petite hauteur, ou des nuages, etc., s'il se porte beaucoup plus haut.

Le *Givre* diffère de la gelée blanche, à laquelle il ressemble beaucoup d'ailleurs, en ce qu'il n'a jamais lieu que lorsque la température de l'air est à la congélation ou au-dessous; au lieu qu'il y a souvent de la gelée blanche, quoique la température de l'air soit au-dessus de la congélation. (*Voyez* GELÉE BLANCHE).

On doit rapporter au *Givre* cette espèce de neige qui s'attache aux murailles après de longues et fortes gelées : la raison de cet effet est que les corps solides s'échauffent moins promptement que l'air, et que

ces murailles conservent, encore quelque temps après le dégel, une grande partie de la froideur qui leur a été auparavant imprimée. Si cette froideur va au terme de la glace ou au-delà, les particules d'eau, dont l'air est chargé, venant s'attacher aux murailles, et s'y accumulant, y forment une croûte de glace rare, spongieuse, et dont les parties sont presque disjointes.

Ce seroit une erreur de croire que cette espèce de neige vînt de l'humidité qui sort du mur : comment en sortiroit-elle, puisqu'il est plus froid ou aussi froid que la glace, et que tout ce qu'il a d'humidité au-dedans, n'y peut être que congelé ?

Les réseaux de glace qu'on observe quelquefois aux vitres des fenêtres sont encore une espèce particulière de *Givre*. Pendant la gelée, l'air de la chambre est chaud ou tempéré ; la vitre est froide par l'impression de la gelée extérieure, et la vapeur qui s'y attache du côté de la chambre, s'y congèle subitement. Pendant le dégel, si l'air de la chambre est encore très-froid, et que l'adoucissement vienne de l'air extérieur, ce sera l'humidité du dehors qui s'attachera aux carreaux et qui s'y gelera. De Mairan, *Diss. sur la Glace, part. II, sec. 4, ch. vj et vij*).

Dans toutes ces congélations on voit régner constamment le même principe : des corps solides, refroidis à un certain degré, glacent les particules d'eau qui s'attachent à leur surface ; et ces particules d'eau, c'est l'air qui les fournit.

Tout corps plus froid que l'air qui l'environne, lui communique en partie son excès de froideur : cet air, ainsi refroidi, en devient moins propre à soutenir les vapeurs qui y sont suspendues ; il en laissera donc précipiter une partie, et si le corps d'où naît le refroidissement, a la propriété d'attirer l'eau, il se couvrira de molécules aqueuses, qui se convertiront en glaçons à un degré de froid suffisant pour produire cet effet.

Les congélations qui s'attachent aux vitres des fenêtres, sont quelquefois très-remarquables par la singularité des figures qu'elles affectent. De petits brins de glace s'arrangent de manière qu'il en résulte diverses figures

curvilignes, semblables à la broderie : rien ne paroit si contraire à la direction rectiligne et convergente, que les particules de la glace suivent constamment, quand elles sont en pleine liberté. Aussi *de Mairan* avoue-t-il que ce phénomène l'embarrassa long-temps : à la fin, ayant fait réflexion qu'il ne l'avoit vu que sur des vitres récemment nettoyées, il crut pouvoir conjecturer que les contours dont il s'agit, avoient été formés par la main même du vitrier, qui, pour sécher les vitres qu'il venoit de laver, y avoit passé une brosse avec du sable fin. Selon cette idée ; les particules de glace se seroient logées dans les petits sillons que les grains de sable auroient gravés par leur frottement. *De Mairan* pense aussi que l'ouvrier qui fabrique le verre, en remuant avec une baguette de fer la matière vitreuse actuellement en fusion, fait naître, par ce mouvement, diverses figures curvilignes, qui subsistent après le refroidissement. On pourroit donc appercevoir le phénomène en question, indépendamment des circonstances que nous avons rapportées. Ceci demanderoit un examen plus approfondi. (De Mairan, *Dissertation sur la Glace*).

L'industrie des physiciens s'applique souvent, avec succès, à imiter la nature : on peut, en toute saison, faire naître du givre artificiel semblable à celui qui se forme naturellement. On mêle, pour cet effet, de la *Glace* pilée ou de la neige avec du sel dans un vaisseau de verre mince, bien essuyé en dehors, et que l'on tient environ un quart-d'heure dans un lieu frais : ce mêlange produit un refroidissement considérable ; et on voit bientôt tous les dehors du vaisseau se couvrir peu-à-peu d'une espèce de frimat ou de neige, qui ne diffère point du *givre* ou de la gelée blanche ordinaire. *Voyez dans les Leçons de Physique de* l'abbé Nollet, *tome III*, *pag.* 362, tout le détail de cette expérience, dont nous avons par avance donné l'explication.

GLACE. Corps solide formé par le passage d'un corps liquide à l'état de solidité par le refroidissement. On voit, par cette définition, que la *Glace* n'est autre chose que ce corps liquide même, devenu concret et solide par le simple refroidissement. Ainsi, lorsque de l'eau se refroidit jusqu'à un certain point, elle devient *Glace*.

Ce passage d'un état à l'autre s'appelle *congélation*. (*Voyez* CONGÉLATION).

On voit encore, par cette définition, qu'on pourroit donner indifféremment le nom de *Glace* à tout liquide ou fluide gelé. On pourroit donc dire d'une bougie, que c'est une *Glace* de cire; d'un carreau de vitre, que c'est une *Glace* de verre; de la statue de *Henri IV*, que c'est une *Glace* de bronze, *etc.* Mais l'usage a restreint la signification de ce terme, qui n'est guère employé que pour désigner l'eau gelée: ainsi la *Glace*, proprement dite, est toujours la *Glace* d'eau. C'est de celle-ci dont il va être question dans cet article.

Il arrive, dans la formation de la *Glace*, des phénomènes assez singuliers pour mériter d'être observés. Si l'on expose à l'air, lorsqu'il gèle, un ou plusieurs vases cylindriques de verre mince, pleins d'eau pure, il sera facile d'observer les phénomènes suivans.

On remarquera d'abord, s'il ne gèle que foiblement, une pellicule de glace très-mince, qui se formera à la surface supérieure qui touche immédiatement l'air; ensuite on verra partir, des parois du vaisseau, des filets diversement inclinés à ces parois, ou faisant avec elles divers angles aigus et obtus, rarement l'angle droit. A ces filets il s'en joindra d'autres, qui leur seront de même diversement inclinés, et à ceux-ci d'autres encore, et ainsi de suite. Tous ces filets se multipliant, s'élargiront en forme de lames, qui, augmentant en nombre et en épaisseur, composeront enfin une seule masse solide par leur réunion. On conçoit aisément qu'à mesure que le froid continue ou qu'il augmente, ce premier tissu de *Glace* devient toujours plus épais.

Si la gelée est plus âpre, tout se passera plus confusément; à peine aura-t-on le temps d'observer ces filets et ces lames, qui se formeront et s'uniront en un clin-d'œil. *Nollet, Lec. de Phys. Tom. III, pag.* 98 *et suiv.*)

De Mairan a examiné, avec une attention particulière, les différentes positions des filets de *Glace* dont nous venons de parler, soit entre eux, soit par rapport

aux parois du vaisseau, ainsi que les diverses figures qui en résultent.

Une masse de *Glace*, formée par une lente congélation, paroit assez homogène et assez transparente depuis sa surface extérieure, qui s'est gelée la première, jusqu'à deux ou trois lignes de distance en dedans; mais dans le reste de son intérieur, et surtout vers son milieu, elle est interrompue par une grande quantité de bulles d'air, et la surface supérieure, qui d'abord s'étoit formée plane, se trouve élevée en bosses et toute raboteuse.

Une prompte congélation répand indifféremment les bulles d'air dans toute la masse, qui par-là, est plus opaque que dans le premier cas; la surface supérieure est aussi et plus convexe et plus inégale.

L'augmentation du volume de l'eau, quand elle approche de sa congélation, et surtout lorsqu'elle se gèle, est un phénomène des plus importans, dont nous n'avons point encore parlé, et de la réalité duquel il est facile de se convaincre. On met, pour cet effet, de l'eau dans un long tuyau, et on marque l'endroit où se trouve sa surface, lorsqu'elle est dans un lieu tempéré : on expose ensuite le tout à la gelée; l'eau descend très-sensiblement; mais, lorsqu'elle approche de sa congélation, sa surface s'arrête et demeure stationnaire pendant quelques momens, après quoi elle remonte assez promptement, et s'élève au-dessus de l'endroit où elle étoit d'abord. Cette expérience ne laisse aucun lieu de douter que l'eau qui approche de la congélation, et celle qui se glace actuellement, n'occupent plus d'espace, et ne soient par-là plus légères qu'un pareil volume d'eau médiocrement froide.

Cette augmentation de volume n'est pas moins sensible dans l'eau actuellement gelée. On sait que la *Glace* nage toujours sur l'eau, et que les glaçons qu'on met au fond d'un vaisseau plein d'eau ou au fond d'une rivière, montent toujours vers la superficie.

Il ne faut cependant pas, ainsi que l'a fait *Galilée*, regarder la *Glace* comme de l'eau dilatée; elle est réellement condensée; et l'augmentation de son vo-

lume n'est due qu'à l'air qui, étant sorti de ses pores par le rapprochement des particules de l'eau, et ne pouvant sortir de la masse, parce que la surface est la première gelée, se répand dans cette masse, et y occupe de nouvelles places, qu'il n'occupoit pas lorsqu'il étoit disséminé dans les pores. C'est ainsi qu'ont pensé les plus célèbres physiciens, *Huyghens*, *Homberg*, *Mariotte* et *de Mairan*. Aussi observe-t-on que de la *Glace*, faite avec de l'eau bien purgée d'air, est sensiblement plus pesante que l'autre, quoiqu'on n'ait pas encore pu parvenir à en faire de plus pesante, ou même d'aussi pesante que l'eau, parce qu'il n'est pas possible de la purger de tout l'air qu'elle contient. Selon *de Mairan*, la *Glace* faite avec de l'eau purgée d'air, n'excède que de $\frac{1}{32}$ le volume d'eau qui l'a formée; tandis que la *Glace* faite avec de l'eau non-purgée d'air, excède ce volume de $\frac{1}{9}$ ou $\frac{1}{10}$.

C'est cette augmentation de volume, causée par un fluide parfaitement élastique, qui donne tant de force à la *Glace*. Les efforts qu'elle fait en certains cas sont prodigieux. Tout le monde connoit la fameuse expérience de *Huyghens*, dans laquelle un canon de fer épais d'un doigt, rempli d'eau et bien fermé, ayant été exposé à une forte gelée, creva en deux endroits au bout de douze heures. *Musschenbroëck*, ayant calculé l'effort que fait la *Glace* en pareil cas, a trouvé qu'il étoit équivalent à une force capable de soulever un poids de 27720 livres (13559 kiliogrammes); ce qui est presqu'incroyable. *Tentam. pag.* 135.

On ne doit donc plus s'étonner que la *Glace* fasse casser les vaisseaux qui la contiennent; qu'elle soulève les pavés; qu'elle fasse crever les tuyaux de fontaine, qu'on n'a pas la précaution de tenir vides pendant la gelée; qu'elle fende les pierres, les arbres, etc.

Pour rendre raison de la formation de la *Glace*, on n'a besoin d'avoir recours qu'à un simple refroidissement, ou pour mieux dire, qu'à la perte d'une portion de la matière du feu contenue dans l'eau, laquelle est la principale cause de la fluidité des corps. Sitôt qu'elle ne se trouve plus dans l'eau assez abondante pour soutenir ses parties, les empêcher de se réunir et

entretenir leur mobilité respective, elles se rapprochent, se touchent plus intimement, et, par la force de la cohésion, adhèrent les unes aux autres de manière à former un corps dur. C'est ainsi qu'ont pensé le plus grand nombre des physiciens.

Descartes a cru que la congélation de l'eau et des autres liquides étoit une suite nécessaire de leur refroidissement à un certain degré déterminé, sans qu'il intervint, précisément pour cet effet, dans les pores du liquide aucune matière étrangère; c'est aussi le sentiment de *Boerhaave*, de *s'Gravesande*, de *Hartsoeker*, de *Hamberger*, de *de Mairan*, etc. Tous ces physiciens rejettent les corpuscules frigorifiques, la matière congelante proprement dite.

Les Gassendistes supposent au contraire des corpuscules frigorifiques, salins ou nitreux, qui, s'introduisant entre les pores d'un fluide, arrêtent le mouvement de ses parties, et les fixent en un corps solide et dur. Cette opinion a été adoptée par le célèbre *de la Hire*.

Musschenbroëck s'en éloigne peu : il soutient à la vérité, contre les Gassendistes, que le froid n'est que la simple privation du feu; mais, persuadé en même temps que la congélation et le froid sont deux choses assez différentes, il a recours à une matière répandue dans l'air, qui, venant à pénétrer l'eau et les autres fluides, fixe la mobilité respective de leurs parties, en les liant fortement entr'elles, comme feroit de la colle ou de la glu. Cette matière est-elle abondamment répandue dans l'air, la gelée est considérable; au contraire, n'y a-t-il dans l'air que peu ou point de cette matière, il ne gèle point, ou il ne gèle que foiblement.

Selon *Musschenbroëck*, 1°. ces corpuscules frigorifiques, salins ou nitreux fixent les parties de l'eau, en s'introduisant dans ses pores; 2°. ils augmentent le volume de la *Glace* en la raréfiant par leur pénétration; 3°. ils en aident l'évaporation, en tendant à écarter ses parties. Voyons si tout cela s'accorde avec les connoissances reçues.

Outre que l'existence de ces corpuscules frigorifiques n'est nullement prouvée, 1°. on sait que les sels,

qui en effet ont la propriété de refroidir l'eau, ont en même temps celle de la rendre plus difficile à se geler : ces sels de l'air, qui feroient précisément le contraire, seroient donc d'une nature bien différente de celle des sels que nous connoissons. De plus, en été, on fait de la *Glace* tout-à-fait semblable à celle de l'hiver : y a-t-il donc alors des parties frigorifiques en l'air? Qu'on ne dise pas qu'elles sont dans le mêlange de sel et de *Glace* dont on fait usage; car il faudroit dire aussi pourquoi ce mêlange fond, en devenant plus froid : ce ne sont donc pas des corpuscules frigorifiques salins qui fixent les parties de l'eau, pour en faire de la *Glace*.

2°. Si ce sont ces corpuscules salins qui augmentent le volume de la *Glace*, en la pénétrant, pourquoi font-ils un effet tout contraire sur les vases qui contiennent l'eau qu'on fait geler? car il faut qu'ils pénètrent ces vases pour passer au travers : pourquoi en un mot font-ils un effet tout contraire sur toutes les autres matières, qui, de même que l'eau, se durcissent et se gèlent par le froid? car la congélation des différentes substances est sans doute produite par la même cause.

3°. Comment peut-on soutenir que ces corpuscules salins hâtent l'évaporation de la *Glace*, en tendant à en écarter les parties? puisqu'on soutient en même temps qu'ils fixent ces parties, et font, à leur égard, l'office de *colle*.

La *Glace* commence toujours à se former à la superficie de l'eau, quoi qu'en dise *Boyle*, qui a été trompé, ainsi que bien d'autres, par le témoignage unanime des gens de rivière. C'est un fait mal interprété qui a induit tant de gens en erreur. Pour savoir quel est ce fait et son explication, *Voyez* BOUZIN.

Quand la *Glace* se fait assez tranquillement et par un froid très-âpre, sa dureté est considérable; elle surpasse quelquefois celle du marbre. Il paroît que la *Glace* est d'autant plus forte, pour résister à sa rupture ou à son applatissement, qu'elle est plus compacte et plus dégagée d'air, ou qu'elle a été formée par un plus grand froid et dans des pays plus froids. Les *Glaces*

du Spitzberg et des mers d'Islande sont si dures, qu'il est très-difficile de les rompre avec le marteau. Voici une preuve bien singulière de la fermeté et de la ténacité de ces *Glaces* septentrionales. Pendant le rigoureux hiver de 1740, on construisit à Pétersbourg, suivant les règles de la plus élégante architecture, un palais de *Glace* de 52 pieds $\frac{1}{2}$ (17 mètres) de longueur sur 16 $\frac{1}{2}$ (5 $\frac{1}{3}$ mètres) de largeur et 20 (6 $\frac{1}{2}$ mètres) de hauteur, sans que le poids des parties supérieures et du comble, qui étoit aussi de *Glace*, parût endommager le moins du monde le pied de l'édifice. La Neva, rivière voisine, où, la *Glace* avoit 2 ou 3 pieds (8 ou 10 décimètres) d'épaisseur, en avoit fourni les matériaux. Pour augmenter la merveille, on plaça au devant du bâtiment six canons de *Glace* avec leurs affuts de la même matière, et deux mortiers à bombe dans les mêmes proportions que ceux de fonte. Ces pièces de canon étoient du calibre de celles qui portent ordinairement trois livres (1 $\frac{1}{2}$ kiliogramme) de poudre : on ne leur en donna cependant qu'un quarteron (122 $\frac{1}{4}$ grammes) ; mais on les tira ; et le boulet d'une de ces pièces perça à soixante pas une planche de deux pouces (54 millimètres) d'épaisseur : le canon, dont l'épaisseur étoit tout au plus de quatre pouces (108 millimètres), n'éclata point par une si forte explosion. Ce fait peut rendre croyable ce que rapporte *Olaüs-Magnus* des fortifications de *Glace*, dont il assure que les nations septentrionales savent faire usage dans le besoin. (*De Mairan*, *Dissertation sur la Glace*, *II part. iij sect. chap. iij*).

Le repos sensible tant de la masse d'eau qu'on expose à la gelée, que de l'air qui touche immédiatement cette eau, produit un effet qu'il n'étoit pas facile de prévoir ; ce double repos empêche que l'eau ne se gèle, quoiqu'elle ait acquis un degré de froid fort supérieur à celui qui naturellement lui fait perdre sa liquidité. De l'eau étant dans cet état, vient-elle à éprouver la plus légère agitation sensible, de la part de l'air ou de quelqu'autre corps environnant, elle se gèle dans l'instant. C'est à *Fahrenheit* que nous devons la première observation de ce phénomène ; c'est lui qui a

vu le premier, avec la plus grande surprise, de l'eau refroidie au quinzième degré de son thermomètre, ce qui revient à environ sept au-dessous du zéro de la graduation de *Réaumur*, se maintenir dans une liquidité parfaite, jusqu'au moment où on l'agitoit : cette expérience a réussi de même à plusieurs autres physiciens curieux de la répéter. Ce qu'il y a de bien singulier, c'est que de l'eau, ainsi refroidie de plusieurs degrés au-dessous du terme de la *Glace*, venant à se geler en conséquence de l'agitation qu'on lui imprime, fait monter, dans le temps qu'elle se glace, la liqueur du thermomètre au degré ordinaire de la congélation; ainsi l'eau diminue de froideur en se gelant, espèce de paradoxe, qui a besoin de toute l'autorité de l'expérience pour pouvoir être cru.

La vraie cause de ce phénomène est le calorique qui se dégage de l'eau avec laquelle il étoit combiné. L'eau, pour être en liqueur, a besoin d'être combinée avec une quantité de calorique égale aux trois quarts de celle qui est nécessaire pour la faire bouillir : quand cette eau passe à l'état de *Glace*, son calorique se dégage, reprend l'état de liberté, et occasionne l'augmentation de température dont nous venons de parler.

Le degré de froid, par lequel l'eau pure commence à se geler, est un terme fixe. Il est marqué par zéro sur les thermomètres de *de Luc*, de *Réaumur* et de *Newton*; et par 32 sur celui de *Fahrenheit*, etc. (*Voyez* GELÉE).

Mais, lorsque l'eau n'est pas pure, lorsqu'elle se trouve mêlée de substances étrangères, il faut un plus grand degré de froid pour lui faire prendre l'état de *Glace;* et ce degré de froid doit être plus ou moins considérable, suivant la nature et la quantité des substances mêlées à l'eau. Voilà pourquoi les sels, le sucre, les esprits retardent la congélation de l'eau. Ces substances produisent à-peu-près dans l'eau le même effet qu'y fait la matière du feu; leurs particules étant placées entre chaque particule d'eau, les empêche de se réunir et leur conserve ainsi leur mobilité respective, jusqu'à ce qu'enfin la force de la cohésion resserre ces parties et oblige ces substances étrangères à s'extravaser en

quelque sorte, et à passer dans la partie encore liquide. Voilà pourquoi, quand de l'eau chargée de sel, de sucre ou d'esprits, se gèle, le centre du glaçon se trouve plus que le reste, chargé de ces substances. Aussi, parmi les *Glaces* quenous prenons en été, il y en a de beaucoup plus froides les unes que les autres.

La *Glace* étant une fois formée, si elle se trouve exposée à un froid qui dure un certain temps et qui aille en augmentant, elle devient toujours de plus en plus froide, elle peut aussi devenir plus froide artificiellement, et cela en y mêlant des sels, ou des esprits ardens ou acides. Ce qu'il y a de singulier, c'est que ces sels ou esprits font fondre la *Glace* en la refroidissant. De la *Glace*, qui ne peut être *Glace* que par le froid, et qui cependant cesse d'être *Glace* en se refroidissant, est un phénomène bien singulier, et très-difficile à expliquer pour ceux qui font consister la liquidité dans un mouvement actuel des parties du liquide; et qui prétendent que les sels refroidissent l'eau, parce qu'ils ralentissent ce mouvement : car, dans le cas présent, les sels rendent la liquidité à la *Glace;* donc, selon eux, ils ne ralentissent pas le mouvement, ils le raniment : cependant ils la refroidissent; donc ce froid n'est pas le signe d'un mouvement ralenti. Mais ce phénomène devient aisé à expliquer, en disant que la mobilité respective des parties suffit pour la liquidité, et que la diminution de la quantité de la matière du feu suffit pour le refroidissement. Or c'est ce qui a lieu dans le cas dont il s'agit : car le sel et la *Glace*, en se pénétrant mutuellement, 1°. rétablissent cette mobilité respective des parties; c'est pourquoi la *Glace* fond : 2°. ils chassent pour un temps de leurs pores une portion de la matière du feu qui y étoit; c'est pourquoi le mèlange se refroidit. Cette pénétration mutuelle du sel et de la *Glace* est prouvée d'une manière incontestable, 1°. par la fusion réciproque de ces deux substances : 2°. parce qu'elles occupent, après la fusion, moins d'espace qu'auparavant. Or cette fusion est une condition absolument essentielle au refroidissement; car, si l'on dessèche la *Glace* et le sel par un froid de 12 ou 14 degrés, de manière qu'il ne reste plus rien

d'humide qui puisse commencer la fusion, le mèlange ne se refroidit pas; parce qu'il n'y a ni fusion, ni pénétration. Et si l'on disoit que la *Glace* est alors tellement refroidie que son froid ne peut plus augmenter, on seroit convaincu du contraire, en versant sur cette *Glace* de l'esprit-de-vin ou de l'esprit-de-nitre : le refroidissement seroit considérable, et pourroit aller jusqu'à 30 degrés.

Quoique la *Glace* soit un corps solide et très-dur, elle s'évapore considérablement, et même plus que l'eau en temps égal. Cela vient, ainsi que l'a pensé *de Mairan*, de la contexture particulière de la *Glace*, qui, occupant un plus grand volume que l'eau, offrant une plus grande superficie, hérissée d'une infiuité d'inégalités, doit, par cela même, nonobstant sa dureté, donner plus de prise à la cause générale de l'évaporation. (*Voyez* Evaporation). On peut ajouter à cela que la sécheresse de l'air et le vent de nord accompagnent presque toujours dans nos climats les grandes gelées. Or, dans ces circonstances, l'évaporation est considérable : un air plus sec est plus disposé à se charger de vapeurs, qui s'élèveront d'ailleurs en plus grande quantité, quand cet air sera incessamment renouvelé.

Sitôt que la chaleur se ranime dans l'air, et qu'elle devient supérieure au degré qui opère la congélation, la *Glace* fond, et sa fusion est plus ou moins prompte, suivant la densité des corps qui la touchent, en supposant tous ces corps d'une température égale. Aussi la *Glace* fond-elle plus promptement dans l'eau que dans l'air, plus promptement sur du marbre que sur du bois; parce que ces premiers corps, étant plus denses, touchent la *Glace* en un plus grand nombre de points, et par-là lui communiquent plus promptement de leur chaleur.

GLACIAL. Epithète que l'on donne à tout ce qui a rapport à la glace, et même aux lieux qui abondent en glace. Ainsi on appelle Mer *Glaciale*, la partie de la mer du nord qui est pleine de glace. On appelle aussi Zones *Glaciales*, celles qui sont vers les poles de la terre, parce qu'il y a beaucoup de glace. (*Voyez* Zone).

GLACIALE. (*Zone*) (*Voyez* Zone).

GLANDE LACRYMALE. C'est une *Glande* conglomérée, qui se rencontre au-dessus du globe de l'œil, du côté du petit angle, ou du côté opposé au nez. (*Voy.* ŒIL). Les canaux excréteurs de cette *Glande*, après avoir traversé la *conjonctive* (*Voyez* CONJONCTIVE), déchargent sur la surface du globe la lymphe lacrymale (*Voyez* LYMPHE LACRYMALE), qui passe ensuite dans deux ouvertures appelées *Points Lacrymaux* (*Voyez* POINTS LACRYMAUX), qui se trouvent dans le grand angle, sur le bord des paupières. Cette lymphe sert à humecter le globe de l'œil et les paupières, afin qu'ils conservent la liberté de leur jeu. (*Voyez* LARMES).

GLASS. (*Crown-*) (*Voyez* CROWN-GLASS).

GLASS. (*Flint-*) (*Voyez* FLINT-GLASS).

GLOBE. Solide produit par la révolution d'un demi-cercle autour de son diamètre. C'est la même chose qu'une sphère. (*Voyez* SPHÈRE).

Quand on a peint sur la surface d'un *Globe* les images des constellations et des étoiles fixes, avec les cercles de la sphère, on l'appelle *Globe Céleste*. (*Voyez* GLOBE CÉLESTE). Mais si l'on a tracé sur sa surface les principaux lieux des quatre parties du monde, ainsi que les mers, suivant la longitude et la latitude qui conviennent à chacun d'eux, avec les cercles de la sphère, on le nomme *Globe terrestre*. (*Voyez* GLOBE TERRESTRE).

GLOBE CÉLESTE. *Globe* de bois, de cuivre ou de carton, destiné à représenter les constellations, les orbites planétaires, l'écliptique, l'équateur, ses parallèles, les cercles de déclinaison, les cercles de latitude, le méridien, l'horizon et autres cercles de la sphère.

Ce *Globe* est traversé par un axe *S P* (*Pl. LIV. fig.* 2), qui, passant par le centre, aboutit aux deux points *P* et *S*, qui représentent les deux poles du monde; savoir, *P* le pole nord, et *S* le pole sud. Cet axe enfile deux trous faits dans deux points diamétralement opposés de la circonférence d'un cercle *A P B S* de cuivre ou de carton, et qui représente le méridien, de façon que le *Globe* tourne librement sur son axe *S P*. Le méridien est partagé en quatre parties égales *A P*, *B P*, *A S*, *B S*,

dont chacune est divisée en 90 degrés, en commençant à compter, de part et d'autre, des points *A* et *B*, et finissant aux points *P* et *S*.

Sur ce *Globe* sont représentées les étoiles qui forment les constellations, situées suivant la longitude et la latitude qui conviennent à chacune d'elles. On rapporte aussi sur le *Globe* les cercles de la sphère, tels que l'écliptique *ADB*, l'équateur, etc. On y trace aussi plusieurs autres cercles; savoir, des cercles parallèles à l'équateur, et que l'on appelle simplement *Parallèles*; des cercles perpendiculaires à l'équateur, qui vont tous se réunir et se couper aux poles du monde, et qui sont les *cercles de déclinaison*; enfin des cercles perpendiculaires à l'écliptique, qui vont tous se réunir et se couper aux poles de l'écliptique, et qui sont les *cercles de latitude*.

Le grand cercle *H O R*, soutenu sur quatre pieds, représente l'horizon. Sur ce cercle en sont tracés deux autres, dont l'un est divisé en 360 parties égales, qui représentent les degrés des 12 signes que le soleil paroît parcourir dans un an, et l'autre est divisé en 365 parties égales, qui représentent les jours de l'année. C'est dans deux entailles, faites à ce cercle en deux points *H* et *R* diamétralement opposés, que se place le méridien *APBS*, qui est en outre soutenu dans une troisième entaille faite à un pilier *T* posé au milieu du pied de l'instrument. Le *Globe* tourne ainsi librement sur son axe *SP*, et le méridien *APBS* glisse assez facilement dans les entailles, pour pouvoir être placé de façon à mettre l'un des poles à tel degré de hauteur que l'on veut au-dessus de l'horizon.

Sur le méridien est attaché un petit cercle horaire *Y*, divisé en 24 parties égales, qui représente les heures du jour. L'extrémité *P* de l'axe, qui passe au centre du cercle horaire *Y*, porte une aiguille, qui y étant placée à frottement dur, tourne à mesure qu'on fait tourner le *Globe*.

On ajoute sur le méridien un quart de cercle mobile *EF* (*Pl. LIV*, *fig.* 3.) qui peut y être placé suivant les différens usages auxquels il est destiné.

Par le moyen du *Globe céleste* on peut résoudre plusieurs

sieurs problèmes, sans le secours d'aucun calcul; mais, pour cela, il faut savoir placer le *Globe*, suivant l'état du ciel, pour le lieu, le jour et l'heure auxquels on veut observer; en sorte que le *Globe* présente l'état actuel du ciel, et que les étoiles, qui sont au-dessus de l'horizon du *Globe*, correspondent exactement à celles qui sont au-dessus de l'horizon du lieu, afin qu'on puisse les reconnoître aisément. Voici comment il faut s'y prendre pour donner au *Globe* la situation convenable : 1°. il faut tourner le méridien *A P B S* (*fig.* 2.) sans le sortir de ses entailles, de manière que le pole soit élevé au-dessus de l'horizon à une hauteur convenable à la latitude du lieu : par exemple, à Paris, qui est à 49 degrés de latitude septentrionale, il faut que le pole nord *P* soit élevé de 49 degrés au-dessus de l'horizon *H O R*; il faut donc que l'arc du méridien, intercepté entre le pole *P* et le point *R* de l'horizon, soit de 49 degrés; ce qu'il est aisé de trouver par les divisions du méridien, sur lesquelles se comptent toujours les degrés de la hauteur du pole. 2°. Il faut, par le moyen d'une boussole *C*, orienter le *Globe*; de façon que son pole nord *P* réponde exactement au pole nord du ciel, afin que le méridien du *Globe* soit sous le méridien du lieu où l'on est. 3°. On cherche quel est le degré de l'écliptique auquel se trouve le soleil au jour donné : ces degrés sont marqués vis-à-vis des jours sur le cercle *H O R*, qui sert d'horizon : on place sous le méridien le degré trouvé, et en même temps on met sur midi l'aiguille du cercle horaire. La raison de cette opération est que l'on doit toujours compter midi dans un lieu, lorsque le degré de l'écliptique où se trouve le soleil, c'est-à-dire, lorsque le soleil lui-même est dans le méridien de ce lieu. Le *Globe* étant ainsi disposé, présentera l'état du ciel à midi pour ce jour-là; mais s'il est, par exemple, 10 heures du soir, on fera tourner le *Globe* jusqu'à ce que l'aiguille se trouve sur 10 heures du soir, c'est-à-dire, sur 10 heures du côté de l'occident. Alors la position du *Globe* sera conforme à celle du ciel; il en sera de même pour toutes les autres heures du jour.

On reconnoîtra donc aisément, par les étoiles du *Globe*, celles du ciel qui leur correspondront alors.

On commence ordinairement à reconnoître l'étoile polaire, ce qui est fort aisé par le procédé que nous avons indiqué à cet article. (*Voyez* ÉTOILE POLAIRE). Cette étoile une fois reconnue, on passe aux étoiles les plus brillantes qu'on voit dans le ciel, et on les rapporte sur le *Globe*, où l'on trouve leur nom et leur position. De cette façon on parviendra à connoître successivement toutes les constellations qui seront au-dessus de l'horizon.

Trouver l'heure du passage d'une étoile par le méridien, pour un jour donné. Il faut, 1°. chercher le degré de l'écliptique où se trouve le soleil au jour donné : 2°. placer ce point de l'écliptique sous le méridien, et mettre en même temps sur midi l'aiguille du cercle horaire : 3°. amener l'étoile sous le méridien. L'heure que l'aiguille marquera alors, sera celle du passage de l'étoile par le méridien pour ce jour-là. Cette opération ne donne cette heure qu'à-peu-près ; on peut même s'y tromper quelquefois d'une demi-heure par l'imperfection de l'instrument ; mais on obtiendra une plus grande exactitude, par l'opération suivante, qui, avec un *Globe* de 10 pouces (27 centimètres) de diamètre, peut donner, à 4 minutes près, l'heure du passage au méridien. Il faut, 1°. remarquer le degré de l'équateur qui se trouve sous le méridien, en même temps que le degré de l'écliptique où se trouve le soleil au jour donné ; ce degré de l'équateur marque l'ascension droite du soleil : 2°. remarquer le degré de l'équateur qui se trouve sous le méridien en même temps que l'étoile ; ce degré de l'équateur marque l'ascension droite de l'étoile : 3°. on compte la différence de ces deux ascensions droites, ou l'intervalle de ces deux points de l'équateur, qui converti en temps, à raison de 4 minutes de temps pour chaque degré, ou d'une heure pour 15 degrés, donnera l'heure du passage de l'étoile au méridien, si l'étoile y doit passer après le soleil ; mais si le soleil y doit passer après l'étoile, l'heure donnée sera ce qu'il s'en faudra qu'il ne soit midi,

lorsque l'étoile passera au méridien. Supposons, par exemple, que l'heure donnée par cette opération soit 4 heures 36 minutes ; si l'étoile doit passer au méridien après le soleil, l'heure de son passage sera 4 heures 36 minutes du soir ; si au contraire le soleil y doit passer après l'étoile, l'heure du passage de l'étoile au méridien sera 7 heures 24 min. du matin, c'est-à-dire, midi moins 4 heures 36 min.

Trouver la longitude et la latitude d'une étoile. Il faut, 1°. appliquer le centre du quart de cercle mobile *EF* au pole de l'écliptique, dans le même hémisphère où se trouve l'étoile proposée : 2°. tourner le *Globe*, jusqu'à ce que le quart de cercle mobile tombe sur le centre de l'étoile. Le degré de l'écliptique, auquel répond alors le quart de cercle, marque la longitude de l'étoile ; sa latitude est désignée par le nombre de degrés du quart du cercle compris entre l'écliptique et le centre de l'étoile. Par cette opération, il est aisé de reconnoître les étoiles qui ont la même longitude et la même latitude.

Trouver l'ascension droite d'une étoile. Il faut, 1°. amener l'étoile proposée sous le méridien du *Globe* : 2°. remarquer le degré de l'équateur qui est alors coupé par le méridien. Ce degré marque l'ascension droite de l'étoile.

Trouver la déclinaison d'une étoile. Il faut, 1°. amener l'étoile proposée sous le méridien du *Globe*, qui représente le cercle de déclinaison : 2°. compter le nombre de degrés compris, depuis le point où le méridien est coupé par l'équateur, jusqu'au centre de l'étoile proposée. Ce nombre de degrés exprime la déclinaison de l'étoile.

Trouver quelle est la hauteur d'une étoile à un instant donné. Il faut, 1°. chercher le degré de l'écliptique où se trouve le soleil au jour donné : 2°. placer ce point de l'écliptique sous le méridien, et mettre en même temps sur midi l'aiguille du cercle horaire : 3°. tourner le *Globe* de façon que l'aiguille marque l'heure qu'il est actuellement : par exemple, s'il est 9 heures du soir, faire arriver l'aiguille sur 9 heures du côté de l'occident : 4°. approcher le quart de cercle

mobile *EF* (*fig.* 3.) de l'endroit où est marquée l'étoile proposée; on verra alors à quel degré du quart de cercle elle répond; ce qui donnera sa hauteur. Si l'on veut avoir cette hauteur avec plus de précision, il faut opérer de la manière suivante : 1°. convertir l'heure donnée en degrés, à raison de 15 degrés pour une heure, afin de savoir de combien le soleil est éloigné du méridien à cette heure-là : par exemple, à 9 heures du soir, il y a 9 heures que le soleil est passé au méridien; ces 9 heures valent 135 degrés de l'équateur : 2°. remarquer quel est le point de l'équateur qui se trouve sous le méridien en même temps que le lieu du soleil : 3°. éloigner ce point de 135 degrés du méridien vers l'occident, parce que l'observation est supposée se faire le soir : 4°. le *Globe* étant arrêté dans cette situation, on approche le quart de cercle mobile de l'étoile, et l'on voit à quel degré de hauteur elle répond.

GLOBE DE FEU. *Météore enflammé.* *Feu* de la nature des éclairs, qui paroît en l'air sous la forme de *Globe*, et dont la rapidité du mouvement lui occasionne l'apparence d'une queue lumineuse.

Il en parut un de cette espèce à Paris, le 17 juillet 1771, à 10 ½ heures du soir, le ciel étant très-serein. Sa lumière fut fort vive, et à-peu-près semblable à celle que fournissent les grosses fusées à étoiles. Elle dura quelques secondes, et prit, vers sa fin, une teinte de jaunâtre. Ce *Globe de feu* paroissoit aux yeux avoir un pied (3 ¼ décimètres) de diamètre, et son mouvement progressif se fit du nord-ouest au sud-est. Il parut avoir une queue de quelques pieds de long. Ce météore fut suivi, environ deux minutes après son apparition, d'un bruit en tout semblable à celui du tonnerre; ce qui prouve qu'il éclata à environ 9 lieues de distance. (*Voyez* PROPAGATION DU SON). Une preuve que ce *feu* est réellement de la nature des éclairs, c'est qu'il fait entendre le bruit du tonnerre. Il faut qu'il ait été à une grande hauteur dans l'athmosphère; car on l'a aperçu, non-seulement en plusieurs endroits des environs de Paris, mais encore jusqu'à Lyon et autres lieux adjacens.

Il paroît, non pas à la vérité bien fréquemment, mais de temps en temps des *Globes de feu* de cette espèce. En 1686, *Kirch* en vit un à Léipsick, dont le diamètre étoit presque aussi grand que le demi-diamètre de la lune; sa lumière étoit si vive, qu'on auroit pu y lire: il disparut insensiblement. Le même *Globe de feu* fut apperçu à onze milles d'Allemagne de Léipsick. *Balbi* en vit un beaucoup plus gros à Bologne, en 1719; son diamètre paroissoit égal à celui de la pleine lune: il avoit une queue dont la longueur égaloit sept fois son diamètre; il creva en faisant un bruit affreux; ce qui prouve évidemment que la matière de ces *Globes* est la même que celle du tonnerre. (*Voyez* TONNERRE).

GLOBE DE L'ŒIL. C'est un *Globe* composé de plusieurs parties, dont les unes sont plus ou moins fermes, et représentent une espèce de coque formée par l'assemblage de différentes couches membraneuses, appelées *tuniques* ou *membranes*. Les autres parties sont plus ou moins fluides; elles sont renfermées dans les intervalles compris entre ces membranes; on les nomme *humeurs*. Le *Globe* de l'œil est donc composé de *membranes* et d'*humeurs*. (*Voyez* ŒIL).

Les membranes sont distinguées en communes et en propres: les communes sont la *Cornée* (*Voyez* CORNÉE), l'*Uvée* (*Voyez* UVÉE), et la *Rétine* (*Voyez* RÉTINE); les propres sont l'*Arachnoïde* (*Voyez* ARACHNOÏDE), et l'*Hyaloïde* (*Voyez* HYALOIDE).

Il y a trois sortes d'*humeurs*; savoir, l'*humeur aqueuse* (*Voyez* HUMEUR AQUEUSE), l'*humeur crystalline* (*Voyez* HUMEUR CRYSTALLINE) et l'*humeur vitrée* (*Voyez* HUMEUR VITRÉE).

GLOBE ELECTRIQUE. *Globe* de verre que l'on fait tourner sur son axe, et que l'on frotte en y tenant les mains appliquées. Ce *Globe*, ainsi frotté, devient électrique, et communique sa vertu à tous les corps qu'on en approche, et qui sont susceptibles de la recevoir par communication. (*Voyez* ELECTRISATION).

On a été pendant long-temps, qu'on n'employoit que le tube pour communiquer l'électricité aux autres corps, et pour éprouver les autres effets de cette vertu (*Voyez* TUBE ÉLECTRIQUE): mais la grande fatigue qu'essuie

celui qui frotte le tube, ne lui permet pas de soutenir long-temps cet exercice : c'est pourquoi on a cherché des moyens plus commodes. Vers l'année 1740, *Boze* professeur de physique à Wittemberg, essaya de substituer au tube les *Globes* de verre, dont on s'étoit servi précédemment pour certaines expériences d'électricité. En généralisant ainsi cette façon d'électriser le verre, qu'on avoit bornée jusqu'alors à quelques usages particuliers, cet habile physicien a trouvé, et pour lui et pour ceux qui l'ont imité depuis, un moyen sûr, non-seulement d'opérer avec facilité, mais encore de pousser les effets beaucoup au-delà de ce qu'on avoit pu faire avec le tube.

Le verre, qui est ordinairement le meilleur pour former des *Globes électriques*, est cette espèce de verre blanc et tendre, qu'on nomme *crystal* : celui d'Angleterre surtout et celui de Bohême sont excellens ; le verre blanc commun n'est pas, à beaucoup près, aussi bon, quoiqu'il arrive quelquefois qu'il l'est passablement, surtout si l'on attend quelques mois après qu'il a été fabriqué ; car, en sortant de la fabrique, il est rare qu'il s'électrise fortement. Il y en a aussi qui, n'étant presque point électriques, le deviennent très-fortement par un frottement long et souvent réitéré. Le verre le plus commun, cette espèce de verre vert, dont on fait les bouteilles à vin, lorsqu'il est doux et bien affiné, réussit aussi parfaitement bien.

L'expérience a appris que la meilleure dimension qu'on puisse donner au *Globe* de verre, est environ un pied ($3\frac{1}{4}$ décimètres) de diamètre, ou même quelques pouces au-dessus, plutôt que quelques pouces au-dessous de cette mesure ; mais il ne paroît pas qu'il fût fort avantageux de les avoir beaucoup plus gros ; car alors la partie de leur équateur nouvellement frottée, arriveroit d'autant plus tard au conducteur ; ce qui pourroit nuire à la force de l'électricité. Quant à l'épaisseur, il est bon qu'elle soit d'une ligne et demie au moins (3 ou 4 millimètres), et autant uniforme qu'il est possible ; car, outre que cela met le *Globe* en état de résister davantage à la pression de celui qui le frotte, il est certain que l'électricité d'un verre épais, quoi-

qu'elle s'acquière plus difficilement, est cependant sensiblement plus forte et plus durable que celle d'un verre plus mince.

La figure sphérique qu'on donne aux *Globes*, n'est point absolument nécessaire; si on la préfère à une autre forme, c'est sans doute parce qu'elle est celle qu'on fait plus aisément prendre au verre en le soufflant. Il est donc également bon que ce soit un sphéroide, ou alongé ou applati par les poles, pourvu que la partie la plus élevée, que l'on frotte, soit assez régulièrement arrondie pour faciliter le frottement; et même dans presque toute l'Allemagne et dans l'Italie, où l'on fait ces sortes d'expériences, on n'emploie, le plus souvent, que des vaisseaux cylindriques.

Pour électriser commodément le *Globe*, il faut le faire tourner entre deux pointes de fer ou d'acier, portées par deux poupées pareilles à celles d'un tour. Pour cet effet, il faut qu'il soit garni à l'un de ses poles d'une poulie de bois, dont la gorge puisse recevoir la corde de la machine de rotation (*Voyez* MACHINE ÉLECTRIQUE), et dont l'axe soit un morceau de bois dur, propre à recevoir la pointe du tour; et à l'autre de ses poles, il doit être garni d'un pareil morceau de bois pour recevoir l'autre pointe du tour. On peut le voir ainsi placé entre ses deux pointes (*Pl. LXVI*, *fig.* 5). Il sera aisé de garnir ainsi les *Globes* dont les deux poles sont ouverts en forme de goulots (*fig.* 6. *G*). Pour cela, on prendra deux morceaux de bois *E*, *E*, creusés de façon à recevoir chacun des goulots *F*, *F*, auxquels on les fixera avec un bon mastic fait de poix noire, mêlée avec un peu de cire et de la cendre tamisée, ayant soin de chauffer les pièces de bois et les goulots avant d'y appliquer le mastic fondu, afin d'éviter la fracture du *Globe*. Il faut que ces deux morceaux de bois *E*, *E*, portent à leur centre chacun un bouchon à vis, *C*, fait de bois dur, par exemple, de buis, et qui aient eux-mêmes à leur centre un trou assez profond *t*, pour recevoir les pointes du tour. Il faut aussi qu'à l'un de ces morceaux de bois, qui garnissent le *Globe*, soit fixée la pièce de bois *A*, propre à faire la poulie. Comme il peut arriver que la

ligne droite qui passe par le centre des deux goulots, ne passe pas par le centre du *Globe*, il faut avoir la précaution de laisser au bouchon à vis, placé du côté opposé à celui qui porte la poulie, une tête fort large, afin de pouvoir y choisir un point qui soit l'extrémité d'une ligne droite, qui, passant par le centre du *Globe*, aille se terminer au centre de l'autre bouchon à vis. On placera ensuite le *Globe* ainsi garni, entre les deux pointes d'un tour, afin de chercher ce point dont je viens de parler, et de bien centrer toute la machine. Ce point étant trouvé, on achevera de tourner la poulie *A*, qui se trouvera alors avoir pour axe une ligne qui passera par le centre du *Globe*, moyennant quoi le tout tournera bien roudement. Comme il est nécessaire qu'il y ait une communication libre entre l'air de l'intérieur du *Globe* et celui du dehors, il faut pratiquer aux bouchons à vis *C*, quelques trous obliques pour entretenir cette communication.

Si l'on ne peut pas avoir de *Globes*, dont les deux poles soient ouverts en forme de goulots, il faudroit prendre tout simplement un de ces gros ballons qui servent de récipiens dans les laboratoires de Chymie, en choisissant le plus épais; et, après en avoir coupé le col, de telle sorte qu'il n'ait plus que deux pouces (54 millimètres) de longueur, on le garnira de la manière suivante. On fixera avec du mastic, comme nous l'avons dit pour le *Globe*, à cette portion du col qui lui reste, un morceau de bois *E*, garni de sa poulie *A*, et qui porte à son centre un bouchon à vis *C*, de bois dur, dans le centre duquel entrera la pointe du tour. La poulie étant ainsi fixée au ballon, on aura une espèce de calotte de bois *D*, qui ait environ quatre pouces (108 millimètres) de diamètre, et dont la partie concave soit propre à s'appliquer assez justement au pole du ballon opposé à celui où est fixée la poulie. Alors on chauffera la partie concave de cette pièce de bois et la partie du ballon où elle doit s'appliquer; on enduira l'une et l'autre de mastic fondu, et on les réunira de façon que le centre de la calotte passe par une ligne, qui, partant du centre de la poulie, passe aussi par celui du ballon: mais pour plus grande sûreté, il est à pro-

pos que cette calotte ait à son centre un bouchon à vis *C* de bois dur, auquel on laissera une large tête, afin de pouvoir mieux centrer la machine, en s'y prenant comme je l'ai dit ci-dessus; le tout étant bien centré, on achevera de tourner la poulie, et le ballon sera alors garni comme il doit l'être. Il faut faire attention qu'entre la calotte de bois et la partie du ballon auquel elle est appliquée, il ne doit pas rester une grande épaisseur de mastic; parce que, comme le mastic et le verre, en se refroidissant, ne diminuent pas également de volume, si la couche de mastic étoit épaisse, il se feroit une espèce de tiraillement, qui pourroit faire casser le verre.

Il y a des expériences pour lesquelles il est nécessaire de se servir, au lieu de verre, de soufre ou cire d'Espagne; c'est pourquoi l'on fait aussi des *Globes* de ces deux matières. Otto de Guérike, premier Auteur de la *Machine du vide*, est le premier qui en ait fait un de soufre, et il le fit entièrement massif: pour cet effet, il coula du soufre fondu dans un ballon de verre, qu'il cassa ensuite pour avoir la boule qui s'y étoit moulée; puis, l'ayant percée, il la traversa d'un axe, pour la faire tourner commodément sur deux fourches. L'*Abbé Nollet*, d'après *Otto de Guérike*, a aussi fait des *Globes* de soufre bien polis (ce qui est important), mais qui étoient creux et tout énarbrés. Voici comment il opéra. Il prit un *Globe* de verre commun et mince, dont les poles étoient ouverts en forme de goulots; si l'on n'en trouvoit pas de cette sorte, il seroit facile de percer un ballon ordinaire en la partie opposée à son col. Il fit passer, de l'une à l'autre ouverture, un cylindre de bois, qui excédoit de quatre ou cinq pouces (12 ou 13 centimètres) de chaque côté, et qui bouchoit le vaisseau de part et d'autre, à l'aide d'un peu d'étoupes qu'il avoit mis autour; mais, avant que de le fermer ainsi, il l'avoit rempli aux deux tiers avec du soufre concassé en petits morceaux; ensuite, prenant le bâton par les deux bouts, il porta le verre et ce qu'il contenoit au-dessus d'un réchaud plein de charbons ardens; et il le tourna jusqu'à ce que le soufre fût fondu. Il l'ôta alors de dessus le feu et laissa refroidir le tout, en continuant de tourner: de cette manière il se forma une croûte épaisse, qui revêtit toute la

surface intérieure du vaisseau. Il cassa ensuite le verre à petits coups, et fit ainsi sortir son *Globe* de soufre creux parfaitement moulé et uni. Cela fait, il plaça l'axe de bois entre les deux pointes d'un tour, pour centrer l'équateur, et lui donna la forme nécessaire pour recevoir une poulie tournée à part, qu'il colla à l'une de ses extrémités. (*Voyez Essai sur l'électricité des corps, par l'abbé Nollet, édit. troisième, pag.* 25). On seroit plus certain d'avoir bien centré le tout, si l'on tournoit la poulie sur l'axe même.

Si l'on vouloit avoir un *Globe* de cire d'Espagne fait de cette manière, on réussiroit de même, en mettant dans le *Globe* de verre de la cire d'Espagne, au lieu de soufre.

On peut encore faire des *Globes* de soufre et de cire d'Espagne d'une manière plus solide : pour cela, sur un axe de bois *A A* (*Pl. LXVIII, fig.* 2.) de 38 centimètres (14 pouces) de long, placé entre les deux pointes d'un tour, on enfile deux ronds de bois *B*, *B*, de 3 $\frac{1}{4}$ décimètres (un bon pouce) d'épaisseur et de 27 centimètres (10 pouces) de diamètre, dont la surface extérieure a été tournée, et dont l'intérieure est demeurée raboteuse, y ayant seulement pratiqué tout autour, et à 40 millimètres (un pouce et demi) de la circonférence, une rainure circulaire de 13 $\frac{1}{2}$ millimètres (six lignes) de profondeur et d'environ 7 millimètres (trois lignes) de largeur. Ces deux ronds de bois forment deux espèces de joues, qu'on arrête sur l'axe *A A*, au moyen de deux morceaux de bois tournés et creux *C*, *C*, qui enfilent l'axe, l'un des deux portant une poulie *E*. On laisse les deux joues distantes l'une de l'autre de 95 millimètres (trois pouces et demi), en engageant, dans les rainures pratiquées à leurs surfaces intérieures, des espèces de petites douves; de sorte que cela forme une espèce de petit tonneau très-court, eu égard à sa largeur, et dont les deux fonds, formés par les joues *B*, *B*, excèdent les douves de 40 millimètres (un pouce et demi) tout autour. Sur cette partie excédente, à environ 2 centimètres (9 lignes) des douves, on arrête tout autour, de l'une à l'autre joue, de petites traverses de bois, sur lesquelles on lace plusieurs tours de ficelle. Le tout étant ainsi préparé et demeurant sur le tour, on a

une grande terrine pleine de soufre fondu que l'on verse avec une cuiller entre les deux joues, en continuant toujours de tourner, jusqu'à ce que l'espace, depuis les douves jusqu'à la circonférence, soit rempli. De cette manière, le soufre s'engage dans les traverses de bois et le lacis de ficelles, dont j'ai parlé, et les renferme en lui-même, ce qui lui donne beaucoup de solidité. Comme le soufre a beaucoup de retraite, en se refroidissant, il se forme plusieurs gersures, qu'il faut de nouveau remplir avec du soufre fondu, et cela jusqu'à ce que le tout étant refroidi, il n'en reste plus aucune : alors on travaille autour ce soufre refroidi, comme on feroit un morceau de bois, et on le polit ensuite avec la peau de chien de mer ou la ponce broyée; cela forme une zone de soufre polie *F F*, de 40 millimètres (un pouce et demi) d'épaisseur et de 27 centimètres (10 pouces) de diamètre, et qui, étant bien centrée, tourne bien rondement. Cette zone produit les mêmes effets que le *Globe* de soufre, et a plus de solidité.

Si, au lieu d'une zone de soufre, on vouloit en avoir une de cire d'Espagne, il ne seroit pas nécessaire de lui donner une aussi grande épaisseur, 13 à 14 millimètres (un demi-pouce) suffiroient. Il faudroit donc faire la rainure circulaire dans la surface intérieure des joues, à six lignes de distance de la circonférence; et si l'on a la précaution de rendre la surface intérieure des douves bien raboteuse, il ne sera pas nécessaire de mettre les traverses de bois ni le lacis de ficelle, dont on a besoin pour le soufre. Il suffira aussi de donner à cette zone 25 centimètres (9 pouces) de diamètre. J'en ai fait faire une de cette façon, qui réussit très-bien.

Il y a une belle expérience d'*Haukesbée*, qui se fait avec un *Globe* de verre, enduit intérieurement de cire d'Espagne, excepté à l'un de ses poles. Pour avoir un *Globe* de cette espèce, il ne s'agit que de faire entrer dans le *Globe* de verre de la cire d'Espagne pulvérisée ou concassée en très-petits morceaux, et de tourner ensuite ce *Globe* au-dessus d'un réchaud plein de charbons ardens, jusqu'à ce que toute la cire soit fondue, ayant attention que l'un des poles demeure sans être enduit de cette matière; après quoi on retire le *Globe*

de dessus le feu, et l'on continue de le tourner jusqu'à ce que la cire soit entièrement refroidie. Il faut prendre garde de ne point trop chauffer la cire d'Espagne, parce qu'alors elle devient noire, ou bien elle forme des soufflures, qui la détachent du verre, lorsqu'elle se refroidit. On doit aussi prendre garde de ne point faire cet enduit trop épais; car, comme la cire d'Espagne se retire plus que le verre; en se refroidissant, une croûte trop épaisse de cette matière ne manque pas de se détacher du vaisseau. Le *Globe* ainsi enduit, sera garni à ses deux poles, comme nous l'avons dit ci-dessus du *Globe* de verre simple; et, comme il est nécessaire, dans l'expérience d'*Haukesbée*, que ce *Globe* soit vidé d'air, il faudra garnir un de ses goulots d'une virole de cuivre propre à recevoir un robinet à air.

GLOBE TERRESTRE. *Globe* de bois, de cuivre ou de carton, destiné à représenter les principaux lieux des quatre parties du monde, situés suivant la longitude et la latitude qui conviennent à chacun d'eux. Sur ce *Globe* sont rapportés les différens cercles de la sphère, tels que l'équateur, l'écliptique, les tropiques et les cercles polaires.

Le *Globe terrestre* est, de même que le *Globe céleste*, traversé par un axe *SP* (*Pl. LIV*, *fig.* 1) qui, passant par le centre, aboutit à deux points *P* et *S* diamétralement opposés, et qui représentent les deux poles de la terre, savoir, *P* le pole nord, et *S* le pole sud. Ce *Globe* est suspendu dans son méridien *APBS*, de même que nous l'avons dit du *Globe* céleste (*Voyez* GLOBE CÉLESTE); de façon qu'il tourne librement sur son axe *SP*.

Sur ce *Globe* sont représentés les principaux lieux de la terre, situés suivant la longitude et la latitude qui conviennent à chacun d'eux. On rapporte aussi sur le *Globe terrestre* les cercles de la sphère, tels que l'écliptique *ADB*; l'équateur *ACB*, le tropique du Cancer *GI*; le tropique du Capricorne, et les deux cercles polaires, dont l'un est ici apparent en *MN*. On y trace aussi plusieurs autres cercles, savoir, des cercles parallèles à l'équateur, que l'on appelle simplement *Parallèles*, et sur

lesquels on peut compter, ainsi que sur l'équateur, les degrés de longitude des différens lieux de la terre, en commençant à compter du point où ces cercles sont coupés par le premier méridien ; et des cercles perpendiculaires à l'équateur, qui vont tous se réunir et se couper aux poles de la terre, et sur lesquels on compte les latitudes géographiques, qui se mesurent par l'arc d'un de ces cercles compris entre l'équateur et le lieu dont on cherche la latitude.

Le *Globe terrestre* est placé, de même que le *Globe céleste*, dans son horizon *HOR*; et son méridien *APBS* glisse de même dans les entailles qu'on y a pratiquées, comme en *E*, ainsi que dans l'entaille faite au pilier *T*, afin de pouvoir situer l'un des poles à tel degré de hauteur que l'on veut au-dessus de l'horizon, et cela, suivant la latitude du lieu. (*Voyez* GLOBE CÉLESTE.)

Sur le méridien est aussi attaché un petit cercle horaire *Y*, divisé en 24 parties égales, qui représentent les heures du jour. Il a de même une petite aiguille, placée à frottement dur sur l'extrémité *P* de l'axe, et qui tourne à mesure qu'on fait tourner le *Globe*.

Par le moyen du *Globe terrestre*, on peut résoudre plusieurs problèmes, sans le secours d'aucun calcul.

On peut, *connoissant l'heure qu'il est dans un lieu quelconque, trouver quelle heure il est dans les autres lieux de la terre.* Supposons que Paris soit le lieu donné, et qu'il y soit 9 heures du matin, et qu'on veut savoir l'heure qu'il est à Chandernagor. 1°. Il faut mettre Paris sous le méridien, et en même temps l'aiguille du cercle horaire sur 9 heures du matin, c'est-à-dire, sur neuf heures du côté de l'orient. 2°. Faire tourner le *Globe* jusqu'à ce que Chandernagor soit sous le méridien : alors l'aiguille marque deux heures trois quarts du soir ; ce qui apprend qu'il est deux heures trois quarts du soir à Chandernagor, lorsqu'il est 9 heures du matin à Paris. Toutes les villes qui sont à l'orient de Paris, telles que celles d'Asie, comptent de même plus qu'à Paris ; tandis que celles qui sont situées à l'occident, telles que les villes d'Amérique, comptent moins qu'à Paris. Ainsi quand il est midi à Paris, il est déjà 7 heures 36 minutes

10 secondes du soir à Pékin ; mais à Quebec, il n'est que 7 heures 11 minutes 8 secondes du matin, c'est-à-dire, 4 heures 48 minutes 52 secondes de moins qu'à Paris.

Connoissant la latitude d'un lieu, trouver à chaque jour de l'année, l'heure du lever et du coucher du Soleil pour ce lieu. Supposons que le lieu donné soit Paris, qui est à 49 degrés de latitude septentrionale, et que l'on veuille savoir l'heure du lever et du coucher du soleil pour le 21 Juin. 1°. Il faut tourner le méridien *APBS*, sans le sortir de ses entailles, de manière que le pole nord *P* soit élevé de 49 degrés au-dessus de l'horizon *HOR*. 2°. Chercher quel est le degré de l'écliptique où se trouve le soleil au jour donné ; ce qu'on trouvera sur le cercle *HOR*, qui sert d'horizon, où ces degrés sont marqués vis-à-vis des jours : on trouve, pour le 21 juin, le premier degré du Cancer. 3°. Placer sous le méridien le degré trouvé, et en même temps mettre sur midi l'aiguille du cercle horaire *Y*. 4°. On tourne le *Globe* du côté de l'orient jusqu'à ce que le premier degré du Cancer soit dans l'horizon : l'aiguille du cercle horaire se trouve alors sur 4 heures ; ce qui apprend que ce jour-là le soleil se lève à 4 heures. 5°. On tourne de même le *Globe* vers le couchant, jusqu'à ce que le même degré de l'écliptique arrive à l'horizon : l'aiguille alors marque 8 heures ; ce qui fait voir que, ce jour-là, le soleil se couche à 8 heures. Cette même opération apprend en même temps que la durée de ce jour-là est de 16 heures ; car tandis que le point de l'écliptique où est le soleil, va de la partie orientale à la partie occidentale de l'horizon, l'aiguille parcourt sur son cercle horaire un espace de 16 heures.

Trouver la longitude et la latitude d'un lieu de la terre. Il faut, 1°. amener sous le méridien le lieu proposé. 2°. Remarquer le point de l'équateur qui se trouve alors sous le méridien. L'arc de l'équateur compris depuis le premier méridien, qui passe à l'île de Fer, jusqu'au point de l'équateur qui est coupé par le méridien du *Globe*, qui est alors celui du lieu proposé, donne la longitude de ce lieu : de sorte que si cet arc

est de 50 degrés, ce lieu a 50 degrés de longitude. Il faut remarquer que ces degrés se comptent en allant de l'ouest à l'est, partant du premier méridien. Le tout demeurant dans la même situation, l'arc du méridien compris depuis l'équateur jusqu'au point du méridien qui répond au lieu proposé, donne la latitude de ce lieu.

Les résultats que l'on obtient, par le moyen des *Globes*, dans ces opérations, ne sont pas d'une grande exactitude ; mais il y a bien des cas où les à-peu-près suffisent. On peut encore, avec les *Globes* soit *célestes*, soit *terrestres*, résoudre ainsi plusieurs autres problèmes, qu'il sera aisé d'imaginer avec un peu de réflexion.

GLOBULE. Nom que donnent les Physiciens à tout petit corps rond. Par exemple, les petites particules d'air qui se trouvent renfermées dans la glace, et qui n'ont pu s'échapper, parce que la congélation a commencé par la surface, s'appellent *Globules* d'air.

GLOTTE. Ouverture oblongue qui termine la trachée-artère du côté de la bouche, et qui est tout près de la racine de la langue. C'est par cette ouverture que passe l'air pour entrer dans les poumons et pour en sortir.

Dodart, ainsi que plusieurs autres Anatomistes, regardent la *Glotte* comme le principal organe de la voix, qui pour cela se dilate et se rétrecit pour fournir à ses différentes inflexions. Selon lui, la trachée-artère fait l'office de porte-vent ; la *Glotte* forme la voix et en règle le ton ; la langue et les lèvres en font des paroles. (*Voyez les Mém. de l'Acad.* 1700, *pag.* 244). *Dodart* regarde donc la *Glotte* comme un instrument à vent ; et il faut, selon lui, que, pour que ses différentes ouvertures puissent fournir à tous les tons de la voix, il faut, dis-je, que son diamètre, qui n'a qu'une ligne au plus, puisse changer 9632 fois.

Ferrein au contraire regarde la *Glotte* comme un instrument à cordes. Selon lui, les deux lèvres de la *Glotte* sont frottées par l'air, comme une corde l'est par un archet. Les bords de ces deux lèvres sont des cordons tendineux, qu'il a appelés *Cordes vocales*

(*Voyez* CORDES VOCALES), et qui sont attachés à des cartilages qui servent à les tendre : et les différens degrés de tension rendent les différens tons. (*Voyez les Mém. de l'Acad.* 1741, *p.* 409).

Il me paroit qu'on pourroit mettre d'accord ces deux Anatomistes, en disant que la *Glotte* est un instrument à cordes et à vent : à cordes, par les différens degrés de tension de ses lèvres; et à vent, parce que ses lèvres, en se tendant, se rapprochent, comme les deux parties d'une anche de haut-bois.

GORGE DE POULIE. Espèce de rainure qu'on pratique dans toute la circonférence d'une poulie, pour recevoir la corde ou la chaîne par laquelle agissent les puissances. Au lieu de creuser cette *Gorge* en rond, on la creuse le plus souvent en angle, afin que la corde puisse y être piucée, et ne pas glisser dessus sans faire tourner la poulie; ce qui pourroit arriver, à cause du trop de frottement qu'éprouve quelquefois l'axe de la poulie, ou la poulie sur son axe.

GOUFFRE. Tournoiement d'eau causé par l'action de deux ou plusieurs courans opposés. L'Euripe, si fameux par la mort d'Aristote, absorbe et rejette alternativement les eaux sept fois en 24 heures; ce *Gouffre* est près des côtes de la Grèce. Le Carybde, qui est près du détroit de Sicile, rejette et absorbe les eaux trois fois en 24 heures : au reste, on n'est pas trop sûr du nombre de ces alternatives de mouvement dans ces *Gouffres*.

Le plus grand *Gouffre* que l'on connoisse, est celui de la mer de Norwège; on assure qu'il a plus de 20 lieues de circuit : il absorbe, pendant six heures, tout ce qui est dans son voisinage, l'eau, les baleines, les vaisseaux, et rend ensuite pendant autant de temps tout ce qu'il a absorbé.

Il n'est pas nécessaire de supposer dans le fond de la mer des trous et des abîmes, qui engloutissent continuellement les eaux, pour rendre raison de ces *Gouffres*; on sait que, quand l'eau a deux directions contraires, la composition de ces mouvemens produit un tournoiement circulaire, et semble former un vide dans le centre de ce mouvement, comme on peut l'observer dans

dans plusieurs endroits, auprès des piles qui soutiennent les arches des ponts, surtout dans les rivières rapides: il en est de même des *Gouffres* de la mer, ils sont produits par le mouvement de deux ou de plusieurs courans contraires; et, comme le flux et le reflux sont la principale cause des courans, en sorte que pendant le flux ils sont dirigés d'un côté, et que pendant le reflux ils vont en sens contraire, il n'est pas étonnant que les *Gouffres* qui résultent de ces courans, attirent et engloutissent, pendant quelques heures, tout ce qui les environne, et qu'ils rejettent ensuite, pendant tout autant de temps, tout ce qu'ils ont absorbé.

Les *Gouffres* ne sont donc que des tournoiemens d'eau, qui sont produits par des courans opposés; et les ouragans ne sont que des tourbillons ou tournoiemens d'air, produits par des vents contraires.

GOUT. C'est le sens par lequel nous appercevons et nous distinguons les saveurs. Ce sens est bien nécessaire aux animaux. Leur accroissement et leur entretien dépend de la nourriture qu'ils prennent et du choix qu'ils en font: il étoit donc à propos qu'ils sentissent le besoin de manger, et qu'ils eussent du plaisir à le satisfaire; et que pour cela la nature les conformât de manière à desirer d'eux-mêmes les alimens nécessaires, et à distinguer ceux qui leur conviennent. Le *Goût* consiste donc à sentir les impressions des matières savoureuses, à les admettre ou à les rejeter, suivant l'agrément ou le désagrément qu'elles causent, et les jugemens qui s'en suivent.

L'organe du *Goût* est, suivant les Anatomistes, principalement dans la bouche, surtout dans la langue et le palais: quelques-uns, comme *Le Cat* (*Traité des Sens*, *pag.* 221), l'étendent jusqu'à l'œsophage, et même jusqu'à l'estomac. Il est bien sûr qu'il ne réside pas seulement dans la langue, comme quelques-uns l'ont pensé, mais encore dans le palais et le fond de la bouche; car on a vu des gens qui n'avoient point de langues, et qui goûtoient les alimens. (*Voyez les Mém. de l'Acad. des Sc. An.* 1718, *pag.* 6). C'est ici, comme dans le sens du toucher, les houpes nerveuses, dont nous avons parlé à cet article (*Voyez* Toucher),

qui sont l'organe immédiat ; mais au lieu que, pour la sensation du toucher, elles sont petites et recouvertes par une surpeau assez unie, et d'un tissu un peu serré ; dans toutes les parties de la bouche où on les observe, et surtout dans la langue (*Pl. XXV, fig.* 6), elles sont plus grosses, moins compactes, et comme enchassées dans une enveloppe ou gaine fort poreuse, et abreuvées d'ailleurs d'une lymphe qui entretient leur souplesse, et qui met la partie savoureuse des alimens en état de les toucher, comme il convient, pour se faire sentir.

Les saveurs sont l'objet du *Goût* ; mais les principes actifs des saveurs ou des corps savoureux, sont les sels, tant fixes que volatils : ce sont donc eux qui sont l'objet immédiat du *Goût* ; mais comme on n'en connoit qu'un petit nombre qui diffèrent essentiellement, et dont les parties divisées par l'eau se montrent sous des figures constamment différentes, il s'ensuivroit de là que les sensations du *Goût* seroient peu variées, si les particules salines, que les alimens contiennent, agissoient seules et sans mélange sur l'organe ; mais la nature les a mêlées avec d'autres principes, qui ne sont point savoureux par eux-mêmes, qui n'agissent que comme objets du toucher en général, et dont le nombre et les doses se combinent à l'infini. Tels sont l'air, l'eau, la terre, l'huile, etc., toutes matières insipides, que la nature a fait entrer dans presque tout ce qui sert de nourriture aux animaux. C'est le mélange de ces différens principes avec les sels, qui produit la grande variété des sensations du *Goût*, de la même façon que les ombres, mêlés avec la lumière, forment les différentes images: car de même que ce ne sont pas ces ombres qui font impression sur l'organe, mais la lumière seule, de même aussi les sels sont les seuls principes capables d'affecter l'organe du *Goût*.

L'organe du *Goût* se gâte et s'use par un usage immodéré de son objet. Les saveurs fortes, comme les liqueurs très-spiritueuses, diminuent beaucoup la sensibilité des parties qui en reçoivent fréquemment l'impression. Aussi les gens du peuple, accoutumés

à boire de l'eau-de-vie, trouvent-ils le vin insipide. Les buveurs d'eau au contraire ont pour l'ordinaire le *Goût* plus délicat et plus fin que d'autres. (*Voyez* le *Traité des Sens de* Le Cat, *p.* 219, et les *Leçons de Phys. de l'*abbé Nollet, *tom. I, pag.* 157, d'où nous avons tiré la plus grande partie de ce que nous avons dit sur cette matière).

GOUTTE. Petite portion de fluide séparée du reste. Ainsi on dit une *Goutte* d'eau. Une *Goutte* de fluide peut être plus ou moins grosse, suivant l'adhérence ou la cohésion des particules du fluide entr'elles. A proprement parler, on appelle *Goutte* d'un fluide, la portion de ce fluide qui peut demeurer suspendue, par exemple, au bout du doigt, dont par conséquent l'adhérence des particules fait équilibre à leur poids.

La forme sphérique, que prennent les *Gouttes* des fluides, a été attribuée à la pression égale et uniforme du fluide environnant ou de l'air, qui oblige les *Gouttes* à prendre cette figure. On objecte, il est vrai, que le même phénomène a lieu dans le vide; mais, 1°. ce vide n'est pas parfait; 2°. quand on a fait sortir l'air d'un vase, il y reste un autre fluide beaucoup plus subtil, quand ce ne seroit que la matière de la lumière, qui peut produire le même effet.

Les philosophes Newtoniens l'attribuent à l'attraction, laquelle, étant mutuelle entre les parties du fluide, les concentre, pour ainsi dire, et les rapproche les unes des autres aussi près qu'il est possible; ce qui ne sauroit arriver sans qu'elles prennent une forme sphérique.

Voici comment s'explique sur ce sujet *Newton*: *Guttæ enim corporis cujusque fluidi, ut figuram globosam inducere conentur, facit mutua partium suarum attractio; eodem modo quo terra mariaque in rotunditatem undique conglobantur, partium suarum attractione mutua, quæ est gravitas.* Opt. *pag.* 338. (*Voyez* ATTRACTION).

En effet, si on imagine plusieurs corpuscules semblables qui s'attirent mutuellement, et qui, par leur attraction, se joignent les uns aux autres, ils doivent nécessairement prendre la figure sphérique, puisqu'il n'y a point de raison pourquoi un de ces corpuscules sera placé sur la surface de la *Goutte* d'une autre ma-

nière que tout autre corpuscule, et que la figure sphérique est la seule que la surface puisse prendre, pour que toutes les parties du fluide soient en équilibre. Quoique cette explication soit plausible, du moins en admettant le principe de l'attraction, cependant il ne faut pas abuser de ce principe, pour expliquer le phénomène de l'adhérence des particules fluides. (*Voyez* ADHÉRENCE *et* COHÉSION).

GOUTTE SEREINE. Maladie de l'œil. Cette maladie consiste en ce que la rétine selon quelques-uns, ou la choroïde selon d'autres, qui est le principal organe de la vue, est paralysée : ce qui fait que la lumière qui la frappe, n'y produit aucune sensation. L'œil qui a cette maladie, ne paroît aucunement altéré; et cependant il ne voit point du tout.

GRAIN. Mesure en poids, qui est la neuf mille deux cent seizième partie de la livre, ou la quatre mille six cent huitième partie du marc, ou la cinq cent soixante-seizième partie de l'once, ou la soixante-douzième partie du gros, ou la vingt-quatrième partie du denier (*Voyez* LIVRE), ou la dix-huit mille huit cent quarante-unième partie du kiliogramme. (*Voyez* KILIOGRAMME).

GRAIN. *Terme de Physique.* On appelle *Grains* tous les coups de vent orageux, qui sont accompagnés de pluie, d'éclairs, et de tonnerre : et l'on se sert du terme de *Grain-sec*, pour désigner ceux qui sont sans pluie. (*Voyez* OURAGAN).

On appelle encore *Grain*, un très-petit nuage isolé, qui est l'origine d'une *trombe.* (*Voyez* TROMBE).

GRAMME. Poids nouveau. Le *Gramme* est l'unité des nouveaux poids. Il est contenu 10 fois dans le décagramme; 100 fois dans l'hectogramme; 1000 fois dans le kiliogramme et 10000 dans le myriagramme. (*Voyez tous ces mots*). Ce poids est fort petit; il n'est que la millionième partie du poids d'un mètre cube d'eau. En poids anciens, ou poids de marc, il ne pèse que 18, gr. 841. Il est destiné à peser des matières précieuses, ou à faire les appoints de plus grands poids.

GRAND CHIEN. (*Voyez* CHIEN). (*Grand*)

GRAND NUAGE. (*Voyez* NUAGE). (*Grand*)

GRANDE OURSE. (*Voyez* OURSE). (*Grande*)

GRANDEUR. *Terme de Géométrie.* Nom que l'on donne à tout ce qui est susceptible d'augmentation et de diminution. Ainsi une ligne, une surface, etc. sont des *Grandeurs*; parce qu'elles sont susceptibles d'être augmentées ou diminuées.

GRANDEUR APPARENTE. *Terme d'Optique.* La *Grandeur apparente* d'un objet est celle sous laquelle il paroit à nos yeux.

L'angle optique est la mesure de la *Grandeur apparente*, du moins c'est ce que les auteurs d'optique ont soutenu long-temps. Cependant d'autres opticiens prétendent, avec beaucoup de fondement, que la *Grandeur apparente* d'un objet ne dépend pas seulement de l'angle sous lequel il est vu; et pour le prouver, ils disent qu'un géant de six pieds (19 $\frac{1}{2}$ décimètres) vu à six pieds de distance, et un nain d'un pied (3 $\frac{1}{4}$ décimètres) vu à un pied de distance, sont vus l'un et l'autre sous le même angle, et que cependant le géant paroit beaucoup plus grand : d'où ils concluent que, tout le reste étant d'ailleurs égal, la *Grandeur apparente* d'un objet dépend beaucoup de sa distance apparente, c'est-à-dire, de l'éloignement auquel il nous paroit être.

Ainsi, quand on dit que l'angle optique est la mesure de la *Grandeur apparente*, on doit restreindre cette proposition aux cas où la distance apparente est supposée la même; ou bien on doit entendre par le mot de *Grandeur apparente* de l'objet, non pas la *Grandeur* sous laquelle il paroit véritablement, mais la *Grandeur* de l'image qu'il forme au fond de l'œil. Cette image est en effet proportionnelle à l'angle sous lequel on voit l'objet; et en ce sens on peut dire que la *Grandeur apparente* d'un objet est d'autant de degrés que l'angle optique, sous lequel on voit cet objet, en contient. (*Voyez* VISION).

On dit aussi que les *Grandeurs apparentes* des objets éloignés sont réciproquement comme les distances. (*Voyez* VISION).

Cependant on peut démontrer en rigueur qu'un même objet *A C* (*Pl. LXXXX*, *fig.* 69), étant vu à des distances différentes, par exemple, en *D* et en *B*, ses

Grandeurs apparentes, c'est-à-dire, les angles *A D C* et *A B C*, sont en moindre raison que la réciproque des distances *D G* et *B G* : il n'y a que le cas où les angles optiques *A D C* et *A B C* seroient fort petits, comme d'un ou de deux degrés, dans lequel ces angles ou les *Grandeurs apparentes* seroient à-peu-près en raison réciproque des distances.

La *Grandeur apparente* ou le diamètre apparent du soleil, de la lune, ou d'une planète, est la quantité de l'angle sous lequel un observateur, placé sur la surface de la terre, apperçoit ce diamètre.

Les diamètres apparens des corps célestes, ne sont pas toujours les mêmes. Le diamètre apparent du soleil n'est jamais plus petit, que quand le soleil est dans le Cancer, et jamais plus grand, que quand il est dans le Capricorne. (*Voyez* SOLEIL).

Le diamètre apparent de la lune augmente et diminue alternativement, parce que la distance de cette planète à la terre varie continuellement. (*Voyez* LUNE).

Si les distances de deux objets fort éloignés, par exemple, de deux planètes, sont égales, leurs diamètres réels seront proportionnels aux diamètres apparens; et si les diamètres apparens sont égaux, les diamètres réels seront entr'eux comme les distances à l'œil du spectateur; d'où il s'ensuit, que, quand il y a inégalité entre les distances et entre les diamètres apparens, les diamètres réels sont en raison composée de la directe des distances, et de la directe des diamètres apparens.

Au reste, quand les objets sont fort éloignés de l'œil, leurs *Grandeurs apparentes*, c'est-à-dire, les *Grandeurs* dont on les voit, sont proportionnelles aux angles, sous lesquels ils sont vus. Ainsi, quoique le soleil et la lune soient fort différens l'un de l'autre pour la *Grandeur* réelle, cependant leur *Grandeur apparente* est à-peu-près la même, parce qu'on les voit à-peu-près sous le même angle; la raison de cela est que, quand deux corps sont fort éloignés, quelque différence qu'il y ait entre leur distance réelle, cette différence n'est point apperçue par nos yeux, et nous les jugeons l'un et l'autre à la même distance *apparente;* d'où il s'ensuit que la *Grandeur* dont

on les voit, est alors proportionnelle à l'angle optique ou visuel. Par conséquent, si deux objets sont fort éloignés, et que leurs *Grandeurs* réelles soient comme leurs distances réelles, ces objets paroîtront de la même grandeur, parce qu'ils seront vus sous des angles égaux.

Il y a une différence très-sensible entre les *Grandeurs apparentes* ou diamètres *apparens* du soleil et de la lune à l'horizon, et leurs diamètres *apparens* au méridien. Ce phénomène a beaucoup exercé les philosophes. Le P. *Mallebranche* est celui qui paroît l'avoir expliqué de la manière la plus vraisemblable. (*Voyez* DISTANCE APPARENTE).

GRAVES. On appelle corps *Graves*, ceux qui ont une tendance vers un point : on dit alors qu'ils gravitent vers ce point.

Il n'y a point de corps dans la nature qui n'ait cette tendance vers un point quelconque. Tous les corps de la nature sont donc *Graves*. Les corps sublunaires et la lune elle-même gravitent vers le centre de la terre. La terre et les autres planètes gravitent vers le centre du soleil. Les satellites de Jupiter gravitent vers le centre de Jupiter, etc.

GRAVES. *(Centre des)* *(Voyez* CENTRE DES GRAVES).

GRAVITATION. Effort par lequel tous les corps tendent à se porter les uns vers les autres, par lequel ils tendent à se joindre. C'est l'effet de cette force, reconnue dans les corps, et que l'on appelle *Gravité*. (*Voyez* GRAVITÉ).

Ce que l'on appelle *Gravitation* par rapport à un corps *A*, par exemple, qui a une tendance vers un autre corps *B*, *Newton* l'appelle *Attraction*, par rapport à ce dernier corps *B*, vers lequel tend le premier corps *A* : ou, ce qui est la même chose, l'action de ce corps *B* sur le corps *A* est ce que *Newton* appelle *Attraction* ; et l'effet de cette action est ce qu'on appelle *Gravitation* : l'*Attraction* est donc la cause inconnue; et la *Gravitation* est l'effet.(*Voy.* ATTRACTION).

Selon *Newton*, toutes les planètes, ainsi que les comètes, gravitent ou tendent vers le soleil, et le soleil

gravite ou tend vers elles. De plus toutes les planètes et les comètes gravitent les unes vers les autres : et la *Gravitation* d'une planète quelconque vers une autre planète, est en raison directe de la quantité de matière qui se trouve dans la planète, vers laquelle l'autre gravite, et en raison inverse du quarré de la distance d'une planète à l'autre. Mais ce ne sont pas seulement les corps célestes qui gravitent mutuellement les uns vers les autres : *Newton* prétend que toutes les parties de la matière ont cette propriété réciproque les unes par rapport aux autres ; et c'est ce qu'il appelle la *Gravitation universelle.* (*Voyez* ATTRACTION).

Il est certain que les planètes gravitent vers le soleil ; et que les planètes secondaires, comme la Lune et les satellites, gravitent vers leurs planètes principales : ce sont des faits, quelle qu'en soit la cause, qu'on doit regarder comme démontrés. Mais cette cause, est-ce une véritable *Attraction ?* est-ce une impulsion ? c'est ce que l'on ignore absolument.

GRAVITATION. (*Centre de*) (*Voyez* CENTRE DE GRAVITATION).

GRAVITÉ. Force par laquelle tous les corps tendent les uns vers les autres. Tous les corps de la nature se comportent entr'eux comme s'ils s'attiroient mutuellement, ou comme s'ils étoient poussés les uns vers les autres par une puissance extérieure. Et cette force, quelle qu'elle soit, paroît agir en raison directe des masses, et en raison inverse du quarré de la distance. Mais les corps s'attirent-ils réellement les uns les autres ? Ou sont-ils poussés les uns vers les autres par une puissance extérieure ? C'est ce que l'on ignore complètement. Cette impulsion n'a été que supposée, et n'a jamais été prouvée. L'attraction inhérente dans les corps, comme s'ils agissoient hors d'eux-mêmes et sans intermède, est inconcevable. En effet, *Newton* lui-même n'a jamais donné l'attraction comme la cause physique de la *Gravité* des corps : il s'est seulement servi de ce mot pour énoncer le fait, et non pas pour en rendre raison, comme il le dit lui-même dans ses *Princ. Mathém. de la Philos. nat. pag.* 7. *Edit. de Paris*, 1759. Voici ses termes. « Au reste, je prends ici dans le

» même sens les attractions et les impulsions accélé-
» ratrices et motrices; et je me sers indifféremment
» des mots d'*impulsion*, d'*attraction* et de *propension*
» quelconque vers un centre : car je considère ces
» forces mathématiquement et non physiquement; ainsi
» le lecteur doit bien se garder de croire que j'aie
» voulu désigner par ces mots une espèce d'action,
» de cause ou de raison physique; et lorsque je dis
» que les centres attirent; lorsque je parle de leurs
» forces, il ne doit pas penser que j'aie voulu attri-
» buer aucune force réelle à ces centres, que je con-
» sidère comme des points mathématiques ».

Il s'ensuit de là que nous ignorons encore quelle est la cause physique de la *Gravité*, quoiqu'on ait imaginé plusieurs systêmes pour en rendre raison. Il n'y a aucun de ces systêmes qui soit soutenable, et contre lequel on ne puisse faire des objections auxquelles il est impossible de répondre. C'est pourquoi je ne crois pas devoir les rapporter ici : cela ne feroit qu'alonger cet article, sans y répandre plus de clarté. Si le lecteur étoit curieux de les connoître, il les trouveroit dans les ouvrages suivans : savoir, celui de *Gassendi*, dans l'*Essai de Physique de Musschenbroëck, Tome* 1; celui de *Descartes*, dans ses *Principes;* celui de *des Molières*, dans ses *Leçons de Physique*, et dans les *Principes du systême des petits tourbillons*, par *de Launay*, *chap. X;* celui de *Bulfinger*, dans une dissertation, intitulée : *De causa Gravitatis;* celui d'*Huyghens*, à la tête du premier volume de ses Œuvres, sous le titre : *De causa Gravitatis;* celui de *Varignon*, dans ses *Conjectures sur la pesanteur*, 1691; celui de *Perrault*, dans le premier volume de ses *Œuvres de Physique;* celui de *Villemot*, dans sa *nouvelle explication du mouvement des planètes;* celui de *Bernoulli* dans sa nouvelle *Physique céleste*, *Tome III* de ses Œuvres; et celui de *Newton* dans ses *Principes mathématiques de la Philosophie naturelle*, et dans son *Traité d'Optique*.

On pourroit dire que la *Gravité* est la même chose que la pesanteur : cependant il y a cette différence, que *pesanteur* ne se dit jamais que de la force particulière qui fait que les corps terrestres tendent vers la

terre; et que *Gravité* se dit de la force par laquelle un corps quelconque tend vers un autre. Car le principe général du système newtonien est que la *Gravité* est une propriété universelle de la matière. (*Voyez* GRAVITATION *et* PESANTEUR). Or voici les preuves que l'on donne de cette *Gravité universelle*.

Tout le monde convient que tout mouvement est naturellement rectiligne; de sorte que les corps qui, dans leur mouvement, décrivent des lignes courbes, y doivent être forcés par quelque puissance qui agit sur eux continuellement.

D'où il s'ensuit que les planètes faisant leur révolution dans des orbites curvilignes, il y a quelque puissance, dont l'action continuelle et constante les empêche de se déplacer de leur orbite, et de décrire des lignes droites.

D'ailleurs les mathématiciens prouvent que tous les corps qui, dans leur mouvement, décrivent quelque ligne courbe sur un plan, et qui, par des rayons tirés vers un certain point, décrivent, autour de ce point, des aires proportionnelles au temps, sont poussés par quelque puissance qui tend vers ce même point. (*Voy.* FORCES CENTRALES). Il est démontré aussi par les observations, que les planètes premières tournant autour du soleil, et les planètes secondaires, appelées *Satellites*, tournant autour des premières, décrivent des aires proportionnelles au temps. (*Voy.* LOIX DE KÉPLER). Par conséquent, la puissance qui les retient dans leur orbite, a sa direction vers les centres du soleil et des planètes. Enfin il est prouvé que, si plusieurs corps décrivent autour d'un même point des cercles concentriques, et que les quarrés de leurs temps périodiques soient comme les cubes des distances du centre commun, les forces centripètes des corps qui se meuvent, seront réciproquement comme les quarrés des distances. (*Voyez* FORCES CENTRALES). Or tous les astronomes conviennent que cette analogie a lieu par rapport à toutes les planètes: d'où il s'ensuit que les forces centripètes de toutes les planètes sont réciproquement comme les quarrés des distances où elles sont des centres de leurs orbites. (*Voyez* PLANÈTES *et* LOIX DE KÉPLER).

De tout ce qu'on vient de dire, il s'ensuit que les planètes sont retenues dans leurs orbites par une puissance qui agit continuellement sur elles : que cette puissance a sa direction vers le centre de ces orbites : que l'efficacité de cette puissance augmente à mesure qu'elle approche du centre, et qu'elle diminue à mesure qu'elle s'en éloigne; qu'elle augmente en même proportion que diminue le quarré de la distance, et qu'elle diminue comme le quarré de la distance augmente.

Or, en comparant cette force centripète des planètes avec la force de *Gravité* des corps sur la terre, on trouvera qu'elles sont parfaitement semblables. Pour rendre cette vérité sensible, nous examinerons ce qui se passe dans le mouvement de la Lune, qui est la planète la plus voisine de la terre.

Les espaces rectilignes, décrits dans un temps donné par un corps qui tombe et qui est poussé par quelque puissance, sont proportionnels à ces puissances, à compter depuis le commencement de la chûte. Par conséquent la force centripète de la lune dans son orbite, sera à la force de la *Gravité* sur la surface de la terre, comme l'espace que la lune parcourroit en tombant pendant quelque temps, par sa force centripète, du côté de la terre, supposé qu'elle n'eût aucun mouvement circulaire, est à l'espace que parcourroit dans le même temps quelqu'autre corps en tombant par sa *Gravité* sur la terre.

On sait, par expérience, que les corps pesans parcourent ici bas 15 pieds (4871 millimètres) par seconde; or l'espace que la force centripète de la lune lui feroit parcourir en ligne droite dans une seconde, est sensiblement égal au sinus verse de l'arc que la lune décrit dans une seconde. Et puisqu'on connoit le rayon de l'orbite de la lune, et le temps de sa révolution, on connoitra par conséquent ce sinus verse.

Faisant donc le calcul, on trouve que ce sinus verse est à 15 pieds (4871 millimètres), c'est-à-dire, que la force centripète de la lune dans son orbite, est à la force de la *Gravité* sur la surface de la terre, comme le quarré du demi-diamètre de la terre est au quarré

du demi-diamètre de l'orbite. On peut voir ce calcul tout au long dans le *Livre III des Principes de Newton*, et dans plusieurs autres ouvrages, auxquels nous renvoyons.

C'est pourquoi la force centripète de la lune est la même que la force de la *Gravité*, c'est-à-dire, procède du même principe; autrement si ces deux forces étoient différentes, les corps poussés par les deux forces conjointement, tomberoient vers la terre avec une vîtesse double de celle qui naîtroit de la seule force de la *Gravité*.

Il est donc évident que la force centripète, par laquelle la lune est retenue dans son orbite, n'est autre chose que la force de la *Gravité* qui s'étend jusque-là.

Par conséquent, la lune pèse vers la terre; donc réciproquement celle-ci pèse vers la lune: ce qui est confirmé d'ailleurs par les phénomènes des marées. (*Voyez* FLUX *et* REFLUX, *et* GRAVITATION).

On peut appliquer le même raisonnement aux autres planètes. En effet, comme les révolutions des planètes autour du soleil, et celles des satellites de Jupiter et de Saturne autour de ces planètes, sont des phénomènes de la même espèce que la révolution de la lune autour de la terre; comme les forces centripètes des planètes ont leur direction vers le centre du soleil; comme celles des satellites tendent vers le centre de leurs planètes; et enfin, comme toutes ces forces sont réciproquement comme les quarrés des distances aux centres, on peut conclure que la loi de la *Gravité* et sa cause sont les mêmes dans toutes les planètes et leurs satellites.

C'est pourquoi, comme la lune pèse vers la terre, et celle-ci vers la lune, de même tous les satellites pèsent vers leurs planètes principales; et les planètes principales vers leurs satellites; les planètes vers le soleil, et le soleil vers les planètes. (*Voyez* GRAVITATION, PLANÈTE, etc.).

Il ne reste plus qu'à savoir quelle est la cause de cette *Gravité* universelle, ou tendance mutuelle, que les corps ont les uns vers les autres.

Clarke ayant détaillé plusieurs propriétés de la *Gravité*

des corps, conclut que ce n'est point un effet accidentel de quelque mouvement ou matière subtile, mais une force générale que le Tout-Puissant a imprimée dès le commencement à la matière, et qu'il y conserve par quelque cause efficiente, qui en pénètre la substance.

s'Gravesande, dans son *Introduction à la Philosophie de Newton*, prétend que la cause de la *Gravité* est absolument inconnue, et que nous ne devons la regarder que comme une loi de la nature, et comme une tendance, que le Créateur a imprimée originairement et immédiatement à la matière, sans qu'elle dépende en aucune façon de quelque loi ou cause secoude. Il croit que les trois réflexions suivantes suffisent pour prouver sa proposition. Savoir:

1°. Que la *Gravité* demande la présence du corps qui pèse ou attire: c'est ainsi que les satellites de Jupiter, par exemple, pèsent sur cette planète, quelque part qu'elle se trouve.

2°. Que la distance au corps attirant étant supposée la même, la vitesse, avec laquelle les corps se meuvent par la force de la *Gravité*, dépend de la quantité de matière qui se trouve dans le corps qui attire, et que la vitesse ne change point, quelle que puisse être la masse du corps pesant.

3°. Que, si la *Gravité* ne dépend d'aucune loi connue de mouvement, il faut que ce soit quelqu'impulsion venant d'un corps étranger; de sorte que la *Gravité* étant continuelle, elle demande aussi une impulsion continuelle.

Or, s'il y a quelque matière qui pousse continuellement les corps, il faut que cette matière soit fluide et assez subtile pour pénétrer la substance de tous les corps: mais, comment un corps, qui est assez subtil pour pénétrer la substance des corps les plus durs, et assez raréfié pour ne pas s'opposer sensiblement au mouvement des corps, peut-il pousser des corps considérables les uns vers les autres avec tant de force? Comment cette force augmente-t-elle suivant la proportion de la masse du corps vers lequel l'autre corps est poussé? D'où vient que tous les corps, en supposant la même distance et le même corps vers lequel ils tendent, se meuvent

avec la même vitesse? Enfin, un fluide qui n'agit que sur la surface, soit des corps mêmes, soit de leurs particules intérieures, peut-il communiquer aux corps une quantité de mouvement, qui suive exactement la proportion de la quantité de matière renfermée dans les corps?

Cotes, en donnant un plan de la philosophie de *Newton*, va encore plus loin, et assure que la *Gravité* doit être mise au rang des qualités premières de tous les corps, et réputée aussi essentielle à la matière que l'étendue, la mobilité, et l'impénétrabilité. *Préf. ad Newton. princip.*

Mais *Newton*, pour nous faire entendre qu'il ne regarde point la *Gravité* comme essentielle aux corps, nous donne son opinion sur la cause; et il prend le parti de la proposer par forme de question, comme n'étant point encore content de tout ce qu'on en a découvert par les expériences. Nous ajouterons ici cette question dans les propres termes dont il s'est servi.

Après avoir prouvé qu'il y a dans la nature un milieu beaucoup plus subtil que l'air; que, par les vibrations de ce milieu, la lumière communique de la chaleur aux corps, subit elle-même des accès de facile réflexion et de facile transmission; et que les différentes densités des couches de ce milieu produisent la réfraction, aussi bien que la réflexion de la lumière (*Voyez* MILIEU, CHALEUR, RÉFRACTION); il fait la question suivante.

« Ce milieu n'est-il pas beaucoup plus raréfié dans » les corps denses du soleil, des étoiles, des planètes » et des comètes, que dans les espaces célestes qui » sont vides, et qui se trouvent entre ces corps? et ce » milieu, en passant de là à des distances considérables, » ne se condense-t-il pas continuellement de plus en » plus, et ne devient-il pas ainsi la cause de la *Gravité* » que ces grands corps exercent les uns sur les autres, » et de celle de leurs parties, puisque chaque corps » s'efforce de s'éloigner des parties les plus denses du » milieu vers ses parties les plus raréfiées?

» Car si l'on suppose que ce milieu est plus raréfié » dans le corps du soleil que dans sa surface, et plus » à la surface qu'à une distance très-petite de cette

» même surface, et plus à cette distance que dans l'orbe » de Saturne; je ne vois pas, dit *Newton*, pourquoi » l'accroissement de densité ne seroit pas continué » dans toute la distance qu'il y a du soleil à Saturne, » et au-delà.

» Et quand même cet accroissement de densité se- » roit excessivement lent ou foible à une grande dis- » tance, cependant, si la force élastique de ce milieu » est excessivement grande, elle peut être suffisante » pour pousser les corps depuis les parties les plus » denses du milieu, jusqu'à l'extrémité de ses parties » les plus raréfiées, avec toute cette force que nous » appelons *Gravité*.

» La force élastique de ce milieu est excessivement » grande, comme on en peut juger par la vitesse de » ses vibrations : car, d'un côté, les sons se répandent » environ à 180 toises (350 mètres) dans une seconde » de temps : de l'autre, la lumière vient du Soleil jus- » qu'à nous dans l'espace de sept ou huit minutes, et » cette distance est environ de 35000000 lieues ; et » pour que les vibrations ou impulsions de ce milieu » puissent produire les secousses alternatives de facile » transmission et de facile réflexion, il faut qu'elles se » fassent plus promptement que celles de la lumière, et » par conséquent environ 700000 fois plus vite que celles » du son : de sorte que la vertu élastique de ce mi- » lieu, toutes choses d'ailleurs égales, doit être plus de » 700000 × 700000, c'est-à-dire, plus de » 490000000000 fois plus grande que n'est la vertu » élastique de l'air : car les vitesses des pulsions des » milieux élastiques, toutes choses d'ailleurs égales, » sont en raison soudoublée de la directe des élasticités » de ces milieux.

» Comme la vertu magnétique est plus considérable » dans les petites pierres d'aimant que dans les grandes, » à proportion de leur volume, et que l'attraction élec- » trique agit plus vivement sur les petits corps que sur » les grands : de même la petitesse des rayons de lu- » mière peut contribuer infiniment à la force de l'agent » ou de la puissance qui leur fait subir les réfractions. » Et si on suppose que l'éther (comme l'air que nous

» respirons) contienne des particules qui s'efforcent de » s'éloigner les unes des autres, et que ces particules » soient infiniment plus petites que celles de l'air, ou » même que celles de la lumière, leur petitesse excessive peut contribuer à la grandeur de la force par laquelle elles s'éloignent les unes des autres, rendre le » milieu infiniment plus rare et plus élastique que l'air, » et par conséquent infiniment moins propre à résister » aux mouvemens des projectiles, et infiniment plus » propre à causer la pesanteur des corps, par l'effort » que font ses particules pour s'étendre ». *Optic. pag.* 325. (*Voyez* LUMIÈRE, ELASTICITÉ).

Voilà un précis des idées générales que *Newton* paroît avoir eues sur la cause de la *Gravité*: cependant si on examine d'autres endroits de ses ouvrages, on est tenté de croire que cette explication générale qu'il donne dans son *Optique*, étoit destinée principalement à rassurer quelques personnes que l'attraction avoit révoltées. Car ce Philosophe, en avouant que la pesanteur pourroit être produite par l'impulsion, ajoute qu'elle pourroit aussi être produite par quelqu'autre cause: il fait mouvoir les Planètes dans un grand vide, ou du moins dans un espace qui contient très-peu de matière; il remarque que l'impulsion d'un fluide est proportionnelle à la quantité de surface des corps qu'il frappe; au lieu que la *Gravité* est comme la quantité de matière, et vient d'une cause qui pénètre, pour ainsi dire, les corps; ainsi il n'étoit pas, ce me semble, fort éloigné de regarder la *Gravité* comme un premier principe et comme une loi primordiale de la nature; en un mot, toute cette explication est bien foible, pour ne rien dire de plus, bien vague, et bien peu conforme à la manière ordinaire de philosopher de son illustre auteur; et nous ne pouvons croire qu'il l'ait proposée bien sérieusement. D'ailleurs *Newton* parut donner son approbation à la Préface que *Cotes* a mise à la tête de la seconde édition de ses *Principes*, et dans laquelle cet Auteur soutient, comme nous l'avons dit, que la *Gravité* est essentielle à la matière.

GRAVITÉ. (*Centre de*) (*Voyez* CENTRE DE GRAVITÉ).

GRAVITER. *Terme de Physique. Graviter* vers un corps,

corps, c'est tendre ou être porté vers ce corps par une force appelée *Gravité*. Les Newtoniens prétendent que cette force est l'attraction; d'autres que c'est une impulsion; et d'autres que c'est une qualité primordiale et essentielle à la matière. (*Voyez* GRAVITÉ).

GRAVEUR. (*Burin du*) (*Voyez* BURIN DU GRAVEUR).

GRÉGORIEN. (*Télescope*) (*Voyez* TÉLESCOPE GRÉGORIEN).

GRÉGORIENNES. (*Années*) (*Voyez* ANNÉES GRÉGORIENNES).

GRÊLE. *Météore aqueux*. Gouttes de pluie prises par la gelée, et réduites en glaçons.

Il arrive quelquefois que la région des nuages est assez froide pour geler les vapeurs, dont ils sont composés. Mais si ces vapeurs, étant poussées les unes vers les autres par les vents, ou condensées par une cause quelconque, ont eu le temps de se réunir en gouttes, avant d'être prises par la gelée, le froid, qui les saisit, en forme de petites sphères de glace: c'est là ce que nous appelons *Grêle*.

La *Grêle* devroit toujours être parfaitement ronde, parce qu'elle est composée d'une matière, qui, ayant été fluide dans un milieu qui la pressoit également de toutes parts, a dû nécessairement prendre une figure sphérique. Aussi est-il hors de doute que c'est là la figure qu'elle a dans le moment de sa formation. Cependant, lorsqu'elle arrive à terre, elle est le plus souvent anguleuse: cela vient ou de ce qu'elle a déjà commencé à se fondre, ou qu'au contraire elle a reçu un degré de froid suffisant pour geler les petites particules d'eau qu'elle a touchées dans sa chûte.

La *Grêle* ne devroit jamais être plus grosse que des gouttes de pluie: ainsi, si l'on en voit quelquefois tomber qui égale en grosseur une noix ou un œuf, c'est, comme nous venons de le dire, qu'elle s'est trouvée assez froide pour geler toutes les particules d'eau qu'elle a touchées dans sa chûte, ou que plusieurs grains se sont réunis et comme collés les uns aux autres, en tombant. Pour s'en convaincre, il suffit d'examiner ces gros grains de *Grêle*; on les trouvera presque toujours angu-

leux, et jamais d'une densité uniforme depuis la surface jusqu'au centre; ce qui prouve clairement qu'ils sont faits de plusieurs pièces. Aussi observe-t-on que la *Grêle* qui tombe sur le haut des montagnes, est plus petite, toutes choses d'ailleurs égales, que celle qui tombe dans les vallées.

La *Grêle* reçoit souvent, en tombant, une vitesse considérable; parce qu'au moyen de sa figure sphérique, ou à-peu-près, elle éprouve de la part de l'air, qu'elle traverse, la moindre résistance possible, relativement à sa masse; puisque les corps sphériques sont ceux qui, pour une quantité donnée de matière, ont le moins de surface: et cette résistance est d'autant moindre, que les grains sont plus gros. Aussi la *Grêle*, et sur-tout la grosse, cause-t-elle souvent beaucoup de dommage: elle coupe les blés, la vigne et les jeunes pousses des arbres; elle meurtrit les fruits, et les fait tomber; elle tue les animaux dans la campagne, etc. On ne voit que trop souvent des cantons entièrement dévastés par elle. Quelque terribles que soient ses effets, elle en produiroit de plus funestes encore, si la vitesse qu'elle acquiert dans sa chûte, n'étoit diminuée par la résistance de l'air. Mais malheureusement cette résistance produit un moindre effet sur les gros grains de *Grêle* que sur les petits; et ce sont les premiers qui sont capables de faire plus de ravages.

La formation de la *Grêle* présente bien des difficultés, auxquelles il est difficile de répondre. Les différentes opinions qu'ont eues les Physiciens sur cette matière, ne s'accordent pas avec les lois de la saine Physique. (*Voyez Tract. de Meteor. de Descartes, Cap. VI; Musschenbroëck, Essai de Physique, Tome II, Chap. XXXIX; Hamberger, Elem. Physic. No. 520, etc.*) Contentons-nous de dire, jusqu'à ce que nous soyions plus instruits, qu'un degré de froid suffisant excité dans l'athmosphère, gelera les vapeurs condensées en gouttes, et formera ainsi de la *Grêle*: et ce degré de froid sera causé par les vents qui apportent un air des régions froides, par de l'évaporation occasionnée par l'action du soleil, et peut-être par plusieurs autres causes que nous ignorons.

GRENAT. Pierre précieuse, d'un rouge très-foncé.

Le *Grenat* a peu de transparence, surtout quand il a une certaine épaisseur; aussi est-on souvent obligé de le chever en-dessous, pour le rendre plus brillant. Ses crystaux ont 12 faces rhomboïdales; ou 24 faces, qui sont des trapézoïdes; ou 36 faces, dont 12 sont des rhombes; et les 24 autres sont des héxagones alongés, interposés entre ces rhombes. La dureté du *Grenat* est un peu supérieure à celle de l'émeraude du Pérou: une lime bien trempée a à peine prise sur lui. Il entre en fusion au feu; mais il y conserve sa couleur. Il cause aux rayons de lumière une double réfraction. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée, comme 41888 est à 10000. Suivant *Achard*, 100 parties de *Grenat* en contiennent 48,3 de silice, 30 d'alumine, 11,6 de chaux, et 10 de fer.

Le *Grenat syrien* est beaucoup plus beau et plus estimé: il est d'un rouge fort éclatant, tirant quelquefois sur le violet. Il est probable qu'il tient moins de fer que le précédent; aussi sa pesanteur spécifique est-elle moindre: elle n'est que de 40000. Il cause, comme le précédent, une double réfraction aux rayons de lumière.

Les *Grenats* se rencontrent dans différentes espèces de fossiles, tels que les ardoises et pierres feuilletées, la pierre à chaux, le grès, les pierres de roches, etc.

Le *Grenat* n'a ni l'éclat, ni le brillant des autres pierres précieuses, à moins qu'on ne l'expose à une lumière vive.

Les *Grenats* sont assez communs, pour que le prix en soit très-modique, à l'exception du *Grenat syrien*, qui a beaucoup plus de dureté que les autres: aussi, quand il s'en trouve qui pèsent au-dessus de six ou huit karats, et qu'ils sont d'une belle couleur de pourpre, on peut les estimer jusqu'à 40 ou 50 livres le karat: mais ceux-là sont très-rares.

A l'égard des *Grenats* de Bohême et autres, quand ils sont beaux, taillés à facettes dessus et dessous, et non-chevés, qu'ils sont bien nets, et qu'ils pèsent plus de deux karats, on les estime 2 livres le karat. Mais s'ils ne pèsent que deux karats ou au-dessous, ils sont si communs, qu'on en fait peu de cas; ils se vendent

alors à la douzaine, ou à l'once, et même à fort bon marché.

GROS. Mesure en poids, qui est la cent vingt-huitième partie de la livre, ou la soixante-quatrième partie du marc, ou la huitième partie de l'once (*Voyez* LIVRE); et qui contient 3 deniers ou 72 grains.

GROSSIR. *Terme d'optique.* Faire paroître un objet plus grand qu'il n'est en effet. Ainsi on dit qu'un microscope *grossit* les objets. (*Voyez* MICROSCOPE).

Les instrumens de catoptrique et de dioptrique *grossissent* les objets : cela vient en général de ce que le miroir ou le verre réfléchit ou réfracte les rayons, de manière à les faire entrer dans l'œil sous un plus grand angle que s'ils venoient immédiatement de l'objet aperçu à la vue simple : mais cet angle ne suffit pas pour déterminer combien de fois l'instrument *grossit*. Il faudroit le combiner avec la distance apparente de l'objet, et par conséquent connoître le lieu de l'image. (*Voyez* DISTANCE APPARENTE). Or, il n'y a point de règle sûre pour connoître ce lieu avec certitude.

GRUAU. (*Voyez* GRUE).

GRUE. Machine composée de plusieurs machines simples combinées ensemble, et qui sert à élever les matériaux employés à la construction des bâtimens, et à charger et décharger les vaisseaux dans les ports.

Cette machine (*Pl. XVI, fig. 7.*), est composée de plusieurs pièces, dont la principale est un arbre *A B* élevé perpendiculairement et terminé en poinçon par le haut *A* : cet arbre est garni de plusieurs pièces de bois *C, C*, etc., posées en croix, et réunies à deux autres grandes pièces de bois *D E, F G*, inclinées, et fixées d'une part sur le pied *E G H*, et d'autre part au haut *A* de l'arbre *A B*, le tout pour tenir cet arbre bien solidement dans sa situation verticale ; à quoi l'on joint encore une autre pièce de bois *I H* inclinée, et garnie de chevilles, et qui sert d'échelle pour monter au haut de la machine, laquelle augmente encore sa solidité. La pièce de bois *K L*, qui sert à élever le fardeau *P*, est posée sur un pivot de fer, qui est

au bout *A* du poinçon de l'arbre *A B*; elle est assemblée avec plusieurs autres pièces de bois destinées à la maintenir dans sa situation. Il y a d'autres pièces de bois nommées *soupentes*, attachées sur le pied et à la pièce garnie de chevilles, et qui servent à porter les roues *T*, *T*, et le treuil *G*, autour duquel se dévide le cable. Le cable passe sur des poulies fixées à la pièce *K L*, et de là va se rendre au fardeau *P* à enlever. La pièce *K L* tourne sur le pivot *A* autour de l'arbre *A B*, pour placer les fardeaux où l'on veut. La machine que nous avons représentée ici, s'appelle plus ordinairement *Gruau*. Dans la vraie *Grue*, la roue et le treuil tournent avec le reste, et la machine a plus de saillie.

Il est aisé de voir qu'en faisant tourner les roues et le treuil, on dévide le cable, et l'on fait par-là monter le fardeau *P*.

La *Grue* est, comme l'on voit, composée du treuil et de la poulie : ainsi pour connoître l'effet de cette machine, et sa force, il ne faut qu'y appliquer ce que nous avons dit de ces deux machines. (*Voyez* TREUIL et POULIE).

GRUE. Nom que l'on donne, en astronomie, à une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est placée auprès de l'Indien, entre le poisson Austral et le Toucan. C'est une des douze constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutées aux quinze constellations méridionales de *Ptolémée*. (*Voyez l'Astronomie de la Lande, page* 185). L'*abbé de la Caille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences, année* 1752, *Pl.* 20.

De toute la constellation de la *Grue*, il n'y a que la tête qui paroisse sur notre horizon : le reste a une déclinaison méridionale trop grande pour pouvoir jamais se lever pour nous.

GUEUSE. Longue pièce de fer fondu. Lorsqu'on a mis de la mine de fer dans le fourneau de fusion, avec des matières propres à séparer le métal des substances étrangères auxquelles il est réuni, et qu'on pousse le feu, les parties métalliques, plus pesantes que les autres, tombent au fond du vaisseau. Alors on coule le fer

fondu dans un canal découvert, et dont la figure approche de celle d'un prisme triangulaire; et il y prend cette même figure en se refroidissant. Ce sont ces longues pièces de fer fondu que l'on appelle *Gueuses*: il y en a de longues de dix à douze pieds (trois à quatre mètres), et qui pèsent depuis douze à quinze cents livres, jusqu'à deux milliers (depuis 597 kilogrammes, jusqu'à 978). (*Voyez* FER).

H A U

HALE. Qualité de l'athmosphère par laquelle elle sèche aisément le linge, les plantes, etc. et noircit la peau de ceux qui s'exposent à son action. Le *Hale* paroît être l'effet de trois causes combinées, savoir : le vent, la chaleur et la sécheresse.

HALO. *Terme de Physique.* Météore qui paroît en forme d'anneau ou de cercle lumineux et de diverses couleurs, autour du soleil, de la lune, des autres planètes et des étoiles. C'est la même chose que le météore connu à présent sous le nom de couronne. (*Voyez* COURONNE.

HAUTEUR. C'est la distance la plus courte du sommet ou du point supérieur d'une figure ou d'un corps quelconque à la ligne horizontale; et par conséquent, c'est une ligne perpendiculaire tirée du sommet d'une figure ou d'un corps sur la ligne horizontale, ou sur la base de la figure ou du corps. Ainsi la *Hauteur* d'une tour, d'une montagne, etc. est la ligne perpendiculaire abaissée du sommet de la tour ou de la montagne, sur la ligne horizontale.

Les *Hauteurs astronomiques* ne se mesurent point par des lignes droites, mais par des arcs du cercle. La *Hauteur* d'un astre est mesurée par le nombre des degrés, pris sur un cercle vertical, qu'il y a depuis l'horizon jusqu'au centre de l'astre. Par exemple, la *Hauteur méridienne* du soleil est mesurée par l'arc du méridien compris entre l'horizon et le centre du soleil. Les *Hauteurs méridiennes* du soleil et des étoiles sont d'un grand usage dans l'astronomie. Il est encore très-intéressant

de connoître la *Hauteur du pole*. Pour la trouver, il faut se servir d'une des étoiles qui sont proches du pole, et qui ne passent jamais au-dessous de l'horizon du lieu où l'on observe. On prend donc la *Hauteur* de cette étoile, lorsqu'elle est au méridien dans la partie supérieure de son parallèle : on prend encore la *Hauteur* de la même étoile, 12 heures après, lorsqu'elle est au méridien dans la partie inférieure de son parallèle : la première de ces deux *Hauteurs* est plus grande que l'autre. Si l'on ajoute à la plus petite la moitié de la différence de ces deux *Hauteurs*, la somme sera la *Hauteur du pole.*

La *Hauteur du pole* une fois connue, on connoîtra aussi la *Hauteur de l'équateur;* car l'une est toujours le complément de l'autre ; puisque ces deux *Hauteurs* font ensemble 90 degrés. La partie du méridien, qui est au-dessus de l'horizon, est un demi-cercle, qui vaut 180 degrés ; si l'on en retranche la distance du pole à l'équateur, qui est un quart de cercle, c'est-à-dire, 90 degrés, il en doit rester nécessairement 90 autres, qui forment les deux *Hauteurs*, celle du pole et celle de l'équateur. Ainsi, si la *Hauteur* du pole est de 50 degrés, celle de l'équateur sera de 40.

La *Hauteur astronomique* se distingue en *Hauteur véritable* et *Hauteur apparente*. La *Hauteur véritable* d'un astre est sa distance de l'horizon, vue du centre de la terre : et sa *Hauteur apparente* est sa distance de l'horizon, vue de la surface de la terre.

Ce n'est que par rapport à la lune que la *Hauteur apparente* diffère sensiblement de la véritable ; car, à l'égard du soleil et des étoiles, il y a très-peu de différence entre leur *Hauteur*, mesurée du centre de la terre, et leur *Hauteur* mesurée de sa surface.

La *Hauteur*, en optique, est déterminée par l'angle compris entre une ligne tirée par le centre de l'œil, parallèlement à l'horizon ; et un rayon visuel qui vient de la partie supérieure de l'objet à l'œil. Si par les deux extrémités *S*, *T* (*Pl. LXXXV*, *fig.* 13) d'un objet,

on tire deux lignes TV, SV, qui fassent angle en V, où l'on suppose l'œil placé; l'angle TVS détermine la *Hauteur* de l'objet. Cette *Hauteur*, vue du point V, est donc du même nombre de degrés que l'angle TVS.

HAUTEUR DES MONTAGNES. Elévation du sommet des *montagnes* au-dessus du niveau de la mer.

La plus haute montagne qu'on ait jamais mesurée, est celle de Chimboraco au Pérou, qui a 6268 mètres (3217 toises) au-dessus du niveau de la mer: (*Bouguer, fig. de la terre, pag.* 50.) la plus haute où il soit parvenu, est celle de Pichincha, qui a 4742 mètres (2434 toises). *De Luc* a mesuré la *Hauteur* du Mont-Blanc ou Mont-Maudit, qui est le sommet le plus haut des glaciers du Faucigny, en Savoie, quinze lieues au sud-est de Genève; il l'a trouvée de 4658 ½ mètres (2391 toises) au-dessus du niveau de la mer (*Recherches sur les modifications de l'athmosphère, tom. II, pag.* 230); il paroît que c'est la plus haute montagne d'Europe; car le pic de Ténerisse, que le P. *Feuillée* croyoit de 4312 mètres (2213 toises), n'en a que 3396 (1743), suivant la mesure qu'en ont faite *Borda* et *Pingré*, en 1772. Le Canigou n'a que 2831 mètres (1453 toises), suivant *de Luc* (*Tom. I, pag.* 178). Le Mont d'Or n'a que 2042 mètres (1048 toises) (*Mém. de l'Acad.* 1740); mais cela suffit pour qu'il y ait de la neige presque toute l'année.

Si l'on en croit la carte gravée à Ausbourg, avec ce titre, *Prospect. des montagnes neigées*, dites *Gletscher*, en Suisse: le sommet du Mont S.-Gothard auroit 5358 mètres (2750 toises), mais cela paroît fort douteux sur la mesure des montagnes.

HAUTEUR DES NUAGES. Elévation des *Nuages* au-dessus de la surface de la terre.

Nous voyons les *Nuages* se former souvent si près de nous, qu'on ne peut leur assigner de *Hauteur* déterminée; mais il y a des nuages qui s'élèvent à trois ou quatre milles toises et peut-être au-delà. Il est rare qu'on puisse mesurer la *Hauteur* d'un nuage; il fau-

droit que deux observateurs pussent au même instant diriger des quarts de cercle vers la même partie du nuage ; cependant *Chesenux* parvint à mesurer une hauteur de cette espèce, il la trouva de 4347 toises. (*Traité de la Comète de* 1743, *pag.* 279). *Voyez aussi les recherches de* de Luc *sur les condensations de l'athmosphère, et Bouguer, fig. de la terre, pag.* 4. Ce célèbre académicien pense que le terme de la neige constante est entre 2400 toises de hauteur et 4400 (entre 4676 mètres et 8573), parce que les nuages ne peuvent pas monter plus haut.

HAUTEURS CORRESPONDANTES. *Hauteurs* par le moyen desquelles on connoît le moment du midi vrai, ainsi que l'heure du passage d'un astre au méridien.

Les astres sont également élevés deux ou trois heures avant leur passage au méridien, et deux ou trois heures après; ainsi, pour avoir rigoureusement le moment où un astre a passé par le méridien, il suffit d'observer, par le moyen d'une horloge à pendule, l'instant où il s'est trouvé à une certaine *Hauteur*, en montant et avant son passage par le méridien, et d'observer ensuite le temps où il se trouve à une *Hauteur* égale, en descendant après son passage au méridien : le milieu entre ces deux instans à l'horloge, sera l'heure que l'horloge marquoit au moment où l'astre a été dans le méridien.

Supposons, par exemple, que le centre du soleil ait été observé le matin avec un quart de cercle, et qu'on ait trouvé sa *Hauteur* de 30 degrés, au moment où l'horloge marquoit 9 heures 10 minutes : supposons encore que, plusieurs heures après, et le soleil ayant passé au méridien, on retrouve sa *Hauteur* de 30 degrés vers le couchant, dans l'instant où l'horloge marque 3 heures 5 minutes, mais qu'il faut compter, comme si l'horloge avoit marqué les heures de suite, pour 15 heures 5 minutes; les *Hauteurs*, ainsi prises, sont ce qu'on appelle *Hauteurs correspondantes*. Pour savoir maintenant le moment où le soleil a été dans le méridien, il faut voir combien il y a de temps écoulé entre les deux observations, c'est-à-dire, entre 9 heures

10 minutes et 15 heures 5 minutes : si l'on prend le milieu de cet intervalle, ce sera le moment où le centre du soleil a été dans le méridien, et par conséquent le moment du midi vrai. Pour prendre le milieu entre ces deux instans, il faut ajouter ensemble les deux nombres, et prendre la moitié de la somme. Cette moitié sera l'heure que marquoit l'horloge à l'instant où le centre du soleil étoit dans le méridien.

Heure où le soleil étoit à 30 degrés le matin.	9 h.	10′
Heure où le soleil étoit à 30 degrés le soir	15	5
Sommes de deux nombres.	24 h.	15′
Moitié de la somme.	12	7 30″

L'horloge marquoit donc 12 heures 7 minutes 30 secondes, au moment où le centre du soleil s'est trouvé dans le méridien. Ce qui fait voir qu'elle avançoit de 7 minutes 30 secondes sur le temps vrai.

HECTARE. Nouvelle mesure de superficie. Cette mesure contient 100 *ares*, ou 10000 mètres quarrés. (*Voyez* ARE *et* MÈTRE QUARRÉ.) En mesures anciennes, la surface de l'*Hectare* est de 94830,$^{pi.\ q.}$ 6,5738; elle approche de celle de 2 grands arpens. L'*Hectare* est destiné à mesurer les terres et les bois.

HECTOGRAMME. Poids nouveau. Ce poids contient 100 *grammes;* et le gramme est l'unité de poids. (*Voyez* GRAMME.) En poids de marc, celui de l'*Hectogramme* est de 3 onces 2 gros 12,$^{gr.}$ 1. Ce poids est destiné à peser les marchandises qui se vendent en petites quantités, et à faire les appoints de plus grands poids.

HECTOLITRE. Nouvelle mesure de capacité. Cette mesure contient 100 *litres;* et le litre est l'unité des mesures de capacité. (*Voyez* LITRE.) Sa capacité est égale à 1 dixième du mètre cube. (*Voyez* MÈTRE CUBE.) En mesures anciennes, la capacité de l'*Hectolitre* est de 2,$^{pi.\ c.}$ 920269; cette mesure est destinée à mesurer des capacités moyennes.

HECTOMETRE. Nouvelle mesure linéaire. Cette

mesure contient 100 *mètres;* et le mètre est l'unité des mesures linéaires. (*Voyez* MÈTRE). En mesures anciennes, la longueur de l'*Hectomètre* est de 307^{pi}.9458; cette mesure est destinée à mesurer des distances moyennes.

HEGIRE. *Terme de chronologie.* Epoque des Arabes et des Mahométans, de laquelle ils commencent à compter leurs années. Le mot *Hégire* signifie *fuite.* Les Mahométans ont par-là désigné leur époque; parce que *Mahomet* fut alors obligé de s'enfuir de la Mecque, et s'en fut à Médine : ce qui arriva la 5335e. année de la période Julienne, c'est-à-dire, l'an 622, après la naissance de JÉSUS-CHRIST. Ainsi pour savoir combien il s'est écoulé d'années depuis la fuite de Mahomet, jusqu'à une année quelconque, il ne s'agit que d'ôter 621 de l'année proposée. Par exemple, en ôtant 621 de 1767, on verra que l'année 1767 est la 1146e. année de l'*Hégire* ou époque des Turcs; laquelle 1146e. année ne commence qu'au mois de Juillet.

HELIAQUE. Epithète que l'on donne, en quelques circonstances, au lever et au coucher des étoiles ou constellations. On dit donc alors *lever Héliaque*, et *coucher Héliaque* de telle étoile ou telle constellation. C'est le temps du lever et du coucher du soleil qui règle le lever et le coucher *Héliaques* : et voici comment. Chaque année le soleil, par son mouvement propre d'occident en orient, rencontre les différentes constellations de l'écliptique, et les rend invisibles pour nous par l'éclat de sa lumière. Mais lorsque le soleil, après avoir traversé une constellation, est assez éloigné d'elle pour se lever environ une heure plus tard, la constellation commence à paroître le matin, en se levant un peu avant que la lumière du crépuscule soit assez considérable pour la faire disparoître; c'est ce qu'on appelle *lever Héliaque* ou solaire des étoiles. De même le *coucher Héliaque* arrive, lorsque le soleil, approchant d'une constellation ou d'une étoile, en est encore assez éloigné, pour qu'un peu avant que l'étoile se couche, il soit descendu sous l'horizon d'une quantité suffisante, pour que la lumière du crépuscule soit assez affoiblie pour ne pas faire disparoître l'étoile. Car, lorsque le soleil s'est un

peu plus rapproché de l'étoile, elle cesse de paroître le soir après le coucher du soleil, parce qu'elle se couche trop peu de temps après lui, et que, pendant le temps qu'elle demeure encore sur l'horizon après le soleil, la lumière du crépuscule est trop vive, pour lui permettre de paroître. (*Voyez* CRÉPUSCULE).

HÉLIAQUE. (*Coucher*) (*Voyez* COUCHER HÉLIAQUE).

HÉLIAQUE. (*Lever*) (*Voyez* LEVER HÉLIAQUE.

HÉLICE. C'est la même chose que *Spirale*. (*Voyez* SPIRALE).

HÉLIOCENTRIQUE. *Terme d'astronomie.* On appelle ainsi le lieu d'une planète vue du soleil; ainsi le *lieu Héliocentrique* d'une planète est le point du ciel où elle seroit rapportée, si elle étoit vue du soleil. Le point de l'écliptique auquel on rapporteroit le centre d'une planète vue du soleil, est ce qu'on appelle *longitude Héliocentrique* de la planète. Et l'angle sous lequel paroîtroit, vue du soleil, la distance perpendiculaire du centre de la planète à l'écliptique, est la *latitude Héliocentrique* de cette planète. (*Voyez* LONGITUDE HÉLIOCENTRIQUE *et* LATITUDE HÉLIOCENTRIQUE).

HÉLIOCOMÈTE. Nom que *Sturmius* et d'autres ont donné à un phénomène, qui a été remarqué quelquefois au coucher du soleil. Le soleil est alors assez ressemblant à une comète.

Ce phénomène est une longue queue ou colonne de lumière attachée et comme traînée par cet astre dans le temps qu'il se couche, à-peu-près de la même manière qu'une comète traîne sa queue. (*Voyez* COMÈTE).

Dans l'*Héliocomète* observée à Grypswald, le 15 mars 1702, à cinq heures après-midi, le bout qui touchoit le soleil, n'avoit que la moitié de la largeur du diamètre du soleil; mais l'autre bout étoit beaucoup plus large: sa largeur avoit plus de cinq diamètres du soleil: et elle suivoit la même route que le soleil; sa couleur étoit jaune près du soleil, et s'obscurcissoit en s'en éloignant. On ne la voyoit peinte que sur les nuages les plus rares et les plus élevés. Cette *Héliocomète* parut dans toute sa force l'espace d'une heure, et diminua ensuite successivement et par degrés.

Ce phénomène paroît avoir rapport à celui de la lu-

mière zodiacale et de l'aurore boréale. (*Voyez* LUMIÈRE ZODIACALE *et* AURORE BORÉALE).

HELIOMETRE. Instrument propre à mesurer avec beaucoup d'exactitude les diamètres des astres, et particulièrement ceux du soleil et de la lune.

Cet instrument a été inventé, en 1747, par le savant *Bouguer*, de l'Académie des Sciences. Il est composé de deux objectifs d'un très-long foyer, placés à côté l'un de l'autre, et combinés avec un seul oculaire. Il faut que le tuyau de la lunette ait une forme conique, et que ce soit la supérieure qui soit la plus grosse, à cause de la largeur des deux objectifs qu'elle reçoit. L'extrémité inférieure doit être munie, comme à l'ordinaire, de son oculaire et de son micromètre. Pour la manière de faire usage de cet instrument, *Voyez les Mém. de l'Ac. An.* 1748, *p.* 11 *et suiv.*

HELIOSCOPE. *Terme d'optique.* Lunette destinée à observer le soleil, de manière que l'œil ne soit point blessé par ses rayons.

L'*Hélioscope* n'est autre chose qu'une lunette, auprès de l'oculaire de laquelle on a placé un verre enfumé ou noir, pour empêcher la trop forte lumière du soleil de blesser l'organe. C'est du moins à quoi les meilleurs *Hélioscopes* se réduisent.

HELIOSTATE. *Terme de Physique.* Instrument propre à introduire un jet de lumière dans un lieu obscur. C'est la même chose que l'instrument connu sous le nom de *Porte-lumière.* (*Voyez* PORTE-LUMIÈRE).

On appelle aussi en astronomie *Heliostate* une lunette montée sur un axe parallèle à l'axe du monde, et conduite par un mouvement d'horloge, qui lui fait suivre le mouvement diurne du soleil ou d'un autre astre qu'on observe. Cet instrument est très-compliqué et très-dispendieux; aussi peu d'astronomes sont en état de se le procurer. Il y en avoit un au cabinet de physique du roi, près le château de la Muette.

HEMISPHERE. C'est ainsi qu'on appelle la moitié d'une sphère ou d'un globe, divisé par le centre, dans le plan de l'un de ses grands cercles.

Comme la terre est une sphère, ou à-peu-près, on la divise en deux *Hémisphères*, et cela en différens sens,

suivant le grand cercle qui sert à faire la division. L'équateur divise la terre en deux *Hémisphères*, l'un *septentrional* ou *boréal*, et l'autre *méridional* ou *austral*. L'équateur céleste divise de la même manière la sphère céleste. Le méridien divise la sphère en deux *Hémisphères*, l'un *oriental* et l'autre *occidental*. L'horizon divise la terre, ainsi que la sphère céleste, en deux *Hémisphères*, l'un *supérieur* et *visible*, et l'autre *inférieur* et *invisible*.

HEMISPHÈRE AUSTRAL. C'est la même chose que l'*Hémisphère méridional*. (*Voyez* HÉMISPHÈRE MÉRIDIONAL).

HEMISPHÈRE BORÉAL. C'est le même que l'*Hémisphère septentrional*. (*Voyez* HÉMISPHÈRE SEPTENTRIONAL).

HEMISPHÈRE INFERIEUR. Moitié de la terre ou de la sphere céleste, qui a l'horizon pour base, et dont le pole est au nadir. Chaque observateur ne peut jamais rien voir de l'*Hémisphère inférieur*, parce qu'il est tout entier au-dessous de son horizon; c'est pour cela qu'on l'appelle aussi *Hémisphère invisible*.

HÉMISPHÈRE INVISIBLE. C'est le même que l'*Hémisphère inférieur*. (*Voyez* HÉMISPHÈRE INFÉRIEUR).

On appelle aussi *Hémisphère invisible* celui d'une planète qui est tourné du côté qui nous est opposé. Par exemple, l'*Hémisphère* de la lune, qui est tourné du côté opposé à nous, est *invisible* pour nous; et il demeure toujours tel, soit qu'il soit éclairé ou non.

HEMISPHERE MERIDIONAL. Moitié de la terre ou de la sphère céleste, qui a l'équateur pour base, et dont le pole est au sud. Cet *Hémisphère* céleste ne peut être visible en entier que pour ceux qui habiteroient précisément sous le pole sud; et il seroit entièrement invisible pour ceux qui habiteroient précisément sous le pole nord, parce qu'il est tout entier au-dessus de l'horizon des premiers, et tout entier au-dessous de l'horizon des derniers. Mais, à l'égard des autres habitans de la terre, il y a toujours une portion de cet *Hémisphère* au-dessus de l'horizon et une portion au-dessous. La première est d'autant plus grande et la dernière d'autant plus petite, que l'observateur se trouve

plus près du pole sud : de sorte que s'il est à une distance égale des deux poles, c'est-à-dire, sous l'équateur, la portion de cet *Hémisphère*, qui est au-dessous de son horizon, est égale à celle qui est au-dessus; et cette dernière va toujours en diminuant, et l'autre en augmentant, à mesure que l'observateur s'approche du pole nord.

HEMISPHERE OCCIDENTAL. Moitié de la sphère, qui a pour base le méridien, et dont le pole est à l'occident. Chaque observateur ne peut jamais voir que la moitié de cet *Hémisphère*, parce qu'il y en a toujours au-dessous de son horizon une portion égale à celle qui est au-dessus.

HEMISPHERE ORIENTAL. Moitié de la sphère, qui a pour base le méridien, et dont le pole est à l'orient. Il en est de même de l'*Hémisphère oriental* comme de l'*occidental*; chaque observateur n'en peut jamais voir que la moitié, parce qu'il y a toujours au-dessous de son horizon une portion de cet *Hémisphère* égale à celle qui est au-dessus.

HEMISPHÈRE SEPTENTRIONAL. Moitié de la terre ou de la sphère céleste, qui a l'équateur pour base, et dont le pole est au nord. Cet *Hémisphère* céleste ne peut être visible en entier que pour ceux qui habiteroient précisément sous le pole nord; et il seroit entièrement invisible pour ceux qui habiteroient précisément sous le pole sud, parce qu'il est tout entier au-dessus de l'horizon des premiers, et tout entier au-dessous de l'horizon des derniers. Mais à l'égard des autres habitans de la terre, il y a toujours une portion de cet *Hémisphère* au-dessus de l'horizon et une portion au-dessous. La première est d'autant plus grande et la dernière d'autant plus petite, que l'observateur se trouve plus près du pole nord : de sorte que s'il est à une distance égale des deux poles, c'est-à-dire, sous l'équateur, la portion de cet *Hémisphère*, qui est au-dessous de son horizon, est égale à celle qui est au-dessus; et cette dernière va toujours en diminuant, et l'autre en augmentant, à mesure que l'observateur s'approche du pole sud.

HEMISPHÈRE SUPÉRIEUR. Moitié de la terre

ou

ou de la sphère céleste, qui a l'horizon pour base, et dont le pole est au zénith. Chaque observateur, placé dans un endroit bien découvert, peut voir en entier cet *Hémisphère céleste*, parce qu'il est tout entier au-dessus de son horizon; c'est pour cela qu'on l'appelle aussi *Hémisphère visible.*

HEMISPHÈRE VISIBLE. C'est le même que l'*Hémisphère supérieur. (Voyez* HÉMISPHÈRE SUPÉRIEUR).

On appelle aussi *Hémisphère visible* celui d'une planète qui est tourné de notre côté; mais cet *Hémisphère* n'est réellement *visible* pour nous que lorsqu'il est éclairé par le soleil. Par exemple, l'*Hémisphère* de la lune, qui est tourné de notre côté, n'est réellement *visible* pour nous, que lorsqu'il est aussi tourné du côté du soleil, et qu'il en reçoit la lumière. C'est ce qui arrive lorsque la lune est en opposition avec le soleil : nous la voyons alors ronde et luminense, et nous l'appelons *pleine lune;* mais lorsque l'*Hémisphère* de la lune, qui est tourné de notre côté, se trouve tout-à-fait dans l'ombre, cet *Hémisphère*, que nous appelons *visible*, parce que c'est le seul que nous puissions voir, n'étant point éclairé du soleil, devient invisible pour nous. C'est ce qui arrive lorsque la lune est en conjonction. Lorsque l'*Hémisphère visible*, ou celui qui est tourné de notre côté, se trouve moitié éclairé et moitié dans l'ombre, nous ne voyons que la moitié de cet *Hémisphère*, parce que nous n'en pouvons voir que la portion éclairée. C'est ce qui arrive lorsque la lune est dans ses quadratures; et ainsi de toutes les autres positions de la lune : nous en voyons d'autant plus, qu'il y a une plus grande partie de l'*Hémisphère éclairé* qui fait partie de l'*Hémisphère visible.*

HEMISPHÈRES DE MAGDEBOURG. Nom que donnent les physiciens à deux grandes demi-sphères concaves, de cuivre ou de laiton *A*, *B* (*Pl. XXV*, *fig.* 8.), dont l'un est garni d'un robinet *B*, par lequel il peut s'ajuster à la machine pneumatique, et l'autre porte un anneau *A* au milieu de sa convexité, pour être facilement suspendu. On joint ensemble ces deux *Hémisphères* pour en former une espèce de globe; et

afin de rendre leur conjonction plus facile et plus exacte, l'un des deux *B* a ses bords garnis d'un anneau plat *b b*, dont la largeur excède autant en dedans qu'en dehors; et l'on met sur cet anneau un autre anneau de cuir mouillé, sur lequel s'appliquent les bords de l'autre *Hémisphère A*, qu'on a eu soin de bien dresser. Tout étant ainsi disposé, et le robinet *B* étant adapté à la vis qui est au centre de la platine de la machine pneumatique (*Voyez* MACHINE PNEUMATIQUE), et ouvert, on fait jouer la pompe; lorsque, par ce moyen, on a ôté l'air qui étoit entre les deux *Hémisphères*, et qui contrebalançoit la pression de l'air extérieur, on ferme le robinet *B*. Si l'on détache alors ces *Hémisphères* de la machine pneumatique, qu'on les suspende à un point fixe, et qu'on y attache un poids *P*, comme on le voit *fig.* 9; pour que ce poids puisse les séparer l'un de l'autre, il faut qu'il soit d'autant plus considérable, que le diamètre des *Hémisphères* est plus grand.

On attribue, avec raison, cet effet à la pression de l'air extérieur, qui n'est plus contrebalancé par le ressort de l'air intérieur des *Hémisphères*, qui est d'autant plus diminué, qu'on a diminué davantage sa densité. La preuve en est que, si, en ouvrant le robinet *B*, on laisse rentrer l'air entre les deux *Hémisphères*, ils se séparent par le moindre effort. Le ressort de l'air intérieur étant équivalent à la pression de l'air extérieur, ces deux forces se détruisent mutuellement, ou plutôt se font équilibre, et il suffit de vaincre le poids d'un des deux *Hémisphères*, pour le séparer de l'autre. Cela se prouve encore plus clairement, en mettant ces *Hémisphères*, vidés d'air, sous un récipient de la machine pneumatique, *fig.* 10, en diminuant la densité de l'air du récipient autant qu'on a diminué celle de l'air de l'intérieur des *Hémisphères*: alors ils se séparent aisément. Et si l'on fait en sorte que l'air puisse rentrer sous le récipient, sans rentrer entre les *Hémisphères*, ils se trouvent attachés de nouveau l'un à l'autre, et aussi fortement qu'ils l'étoient auparavant: ce qui prouve bien que c'est la pression de l'air extérieur qui cause leur adhérence.

Otto-de-Guérike, bourguemestre de Magdebourg, est

le premier qui ait fait construire de ces *Hémisphères*, d'où leur est venu le nom qu'ils portent. Les siens avoient près d'une aune de Magdebourg de diamètre, ce qui fait environ 2 pieds (65 centimètres); et l'effort de la pression de l'air, qui agissoit dessus, a été évalué 5399 livres (2641 kilogrammes). (*Voyez Experimenta Magdeburgica, Lib. III, cap. XXIV*).

HENDÉCAGONE. (*Voyez* ENDÉCAGONE).

HEPTAGONE. Figure qui a sept côtés et sept angles. Elle est régulière, lorsque tous les côtés, et par conséquent tous les angles sont égaux. Pour décrire un *Heptagone* régulier, il ne s'agit que de diviser un cercle en sept arcs égaux, chacun de 51 $\frac{3}{7}$ degrés, parce que sept fois 51 $\frac{3}{7}$ font 360. La corde de chacun de ces arcs sera un des côtés de ce polygone; de sorte que les sept cordes des sept arcs formeront les sept côtés de l'*Heptagone* régulier; car toutes ces cordes sont égales entr'elles, puisqu'elles soutiennent des arcs égaux entr'eux.

Pour avoir la surface d'un *Heptagone* quelconque, soit régulier, soit irrégulier, *Voyez* POLYGONE.

Tous les angles intérieurs d'un *Heptagone* quelconque valent, pris ensemble, 900 degrés. Et pour savoir de combien de degrés est chaque angle intérieur d'un *Heptagone* régulier, il faut diviser le nombre de degrés que valent ensemble tous les angles intérieurs, savoir 900, par 7, nombre des côtés ou des angles de l'*Heptagone*; le quotient 128 $\frac{4}{7}$ donne la valeur de chacun de ces angles.

HERCULE. Nom que l'on donne en astronomie à une des constellations de la partie septentrionale du ciel, et qui est placée entre le Bouvier et la Lyre. C'est une des 48 constellations formées par *Ptolémée*. (*Voyez l'Astronomie de la Lande, page* 175).

HERMÉTIQUEMENT. Sceller *Hermétiquement* un vase de verre, c'est le fermer, en faisant fondre, à la lampe ou autrement, et couler en une seule surface continue les bords de son orifice, de manière que toute sa superficie se trouve alors d'une seule pièce et sans aucune discontinuité.

HÉRON. (*Fontaine de*) (*Voyez* FONTAINE DE HÉRON).

HÉRON. (*Pile de*) (*Voyez* PILE DE HÉRON).

HERSCHELL. Nom de l'une des sept planètes principales qui tournent autour du soleil : c'est une planète nouvellement découverte par *Herschell*, de qui on lui a donné le nom. Elle est celle des sept qui est la plus éloignée du soleil et de la terre ; car elle est placée bien au-delà de l'orbe de Saturne. Elle embrasse donc la terre dans sa révolution autour du soleil ; c'est pourquoi nous la voyons tantôt du côté du soleil, tantôt du côté opposé.

Le mouvement propre d'*Herschell* se fait d'occident en orient sur une ellipse à l'un des foyers de laquelle se trouve le soleil. Cette ellipse, que l'on appelle son orbite, est inclinée à l'écliptique de 46 minutes 12 secondes.

La distance moyenne d'*Herschell* au soleil est de 19081800 parties dont la moyenne distance de la terre au soleil en contient 1000000, et l'excentricité de son orbe, c'est-à-dire, la moitié de la différence de sa plus grande distance à sa plus petite, étant 47587 de ces parties, lorsque *Herschell* est dans son aphélie, il est éloigné du soleil de 19129387 de ces parties : et lorsqu'il est dans son périhélie il n'en est éloigné que de 19034213 de ces mêmes parties. De sorte que sa plus grande distance est à sa plus petite à-peu-près comme 201 est à 200, ce qui fait voir que son orbite est très-peu elliptique. En supposant donc que la moyenne distance de la terre au soleil soit de 34761680 lieues, la moyenne distance d'*Herschell* au soleil sera de 663315425 lieues : et sa distance au soleil dans l'aphélie sera de 664969629 lieues : et dans le périhélie elle ne sera que de 661661221 lieues. Le grand axe de l'orbe d'*Herschell* est au grand axe de l'orbe de la terre à-peu-près comme 1908 est à 100.

La révolution moyenne d'*Herschell* autour du soleil s'achève dans l'intervalle de 83 années communes 150 jours 18 heures, ou 30445 jours 18 heures.

Son moyen mouvement annuel est de 4 degrés 18 minutes 57 secondes 8 tierces 38 quarts : et son moyen

mouvement journalier est de 42 secondes 34 tierces 3 quarts. De sorte que, vu l'étendue de sa révolution, sa vîtesse moyenne est de plus de 1 ½ lieue par seconde de temps.

Il est très-probable qu'*Herschell*, outre sa révolution autour du soleil, que l'on appelle *Révolution périodique*, tourne encore sur son axe d'occident en orient, comme font les autres planètes; mais son grand éloignement du soleil est cause qu'on n'a pu jusqu'à présent appercevoir s'il y a quelques taches sur son disque, comme on en remarque sur le disque de la plupart des autres planètes. N'ayant donc aucun point remarquable, dont le mouvement puisse faire distinguer la rotation d'*Herschell*, on ne sait pas combien il emploie de temps à faire cette révolution : on n'est pas même sûr qu'il ait un mouvement sur son axe.

Le vrai lieu de son aphélie étoit, en l'année 1782, à 11 signes 23 degrés 22 minutes 59 secondes; c'est-à-dire à 23 degrés 22 minutes 59 secondes des poissons.

Le lieu de son nœud ascendant étoit, en l'année 1782, à 2 signes 13 degrés 1 minute, c'est-à-dire, à 13 degrés 1 minute des Gémeaux.

Le diamètre apparent d'*Herschell*, vu à une distance égale à la moyenne distance du soleil à la terre, est de 1 minute 16 secondes 30 tierces : et il est à celui du soleil comme 1 à 25, à très-peu de choses près. Son diamètre réel est à celui de la terre, comme 4 ½ est à 1; car il est de 12892 lieues.

Sa grosseur, comparée à celle de la terre est comme 91 ¼ est à 1, ou comme 91,25 est à 1,00.

Sa densité est à celle de la terre à-peu-près comme 22 est à 100, ou plus exactement comme 220401 est à 1000000.

Sa masse est à celle de la terre à-peu-près comme 17 ¾ est à 1, ou plus exactement, en décimales, comme 17,740612 est à 1,000000.

Les astronomes caractérisent *Herschell* par cette marque ♅.

La plus petite distance d'*Herschell* au soleil est, comme nous l'avons dit, de 190342 13 parties dont la plus grande distance de la terre au soleil en contient 1016850;

d'où il suit que, lorsqu'*Herschell* est le plus près qu'il est possible de la terre, ce qui ne peut arriver que lorsqu'il est dans ses oppositions avec le soleil, il en est éloigné de 18017363 de ces mêmes parties, qui, en supposant que la moyenne distance de la terre au soleil soit de 34761680 lieues, valent 6a631380 7 lieues; c'est-à-dire, plus de 18 fois autant que la moyenne distance de la terre au soleil.

La plus grande distance d'*Herschell* au soleil est de 19129387 parties dont la plus grande distance de la terre au soleil en contient 1016850 : d'où il suit que, lorsque *Herschell* est le plus loin qu'il est possible de la terre, ce qui ne peut arriver que lorsqu'il est en conjonction avec le soleil, il en est éloigné de 20146237 de ces mêmes parties, qui valent 700317043 lieues; c'est-à-dire, plus de 20 fois autant que la moyenne distance de la terre au soleil. *Herschell* se trouve donc d'environ $\frac{1}{10}$ plus près de la terre dans ses oppositions que dans ses conjonctions.

La moyenne distance d'*Herschell* à la terre est égale à sa moyenne distance au soleil : elle est de 663315425 lieues; ce qui arrive lorsque *Herschell* est en opposition quadrate, c'est-à-dire, lorsqu'il est éloigné de 3 signes et du soleil et de la terre.

Comme *Herschell* ne se rencontre jamais entre le soleil et la terre, on ne le voit jamais en croissant, comme l'on voit la lune, Vénus et Mercure : et la grande distance à laquelle il est du soleil, est cause que son disque paroît toujours rond, même dans ses quadratures.

Herschell est accompagné de 8 satellites, c'est-à-dire, de 8 planètes secondaires qui tournent autour de lui, comme la lune tourne autour de la terre, et qui sont emportées avec lui dans son mouvement propre autour du soleil. Le mouvement propre de chacun de ces satellites se fait d'occident en orient sur une ellipse à l'un des foyers de laquelle se trouve *Herschell*. (*Voyez* SATELLITES D'HERSCHELL).

HÉTÉROGÈNE. *Terme de physique.* Nom que l'on donne aux corps dont les parties sont différentes les unes des autres, soit par leur nature, soit par leur densité, soit par leurs qualités ou propriétés. Tels

sont tous les animaux, tous les végétaux et plusieurs minéraux. Telle est encore la lumière du soleil, qui est un mélange de toutes sortes de rayons, différemment réfrangibles, et capables de nous faire sentir différentes couleurs. Tel est enfin l'air que nous respirons, qui est composé d'un fluide très-propre à la respiration, et d'un autre nullement capable de remplir cette fonction. (*Voyez* AIR).

HETEROSCIENS. Nom qui signifie *Un ombre*, et que l'on donne aux peuples de la terre qui habitent les deux zones tempérées, c'est-à-dire, entre les tropiques et les cercles polaires. Ces peuples ont pendant toute l'année leur ombre méridienne tournée vers le pole qui est élevé sur l'horizon; de sorte que ceux de la zone tempérée septentrionale ont leur ombre à midi tournée vers le pole arctique, et ceux de la zone tempérée méridionale ont leur ombre méridienne tournée vers le pole antarctique.

HEURE. Partie du jour, qui en est ordinairement la vingt-quatrième, et quelquefois la douzième seulement. Lorsqu'on appelle *jour* la durée entière de la révolution apparente du soleil autour de la terre, une *Heure* en est la vingt-quatrième partie; mais lorsqu'on ne donne le nom de *jour* qu'à la durée de la présence du soleil au-dessus de l'horizon, comme le faisoient autrefois les Romains, dont le jour commençoit au lever du soleil et finissoit à son coucher, une *Heure* est seulement la douzième partie du jour. Ces dernières *Heures* étoient inégales; parce qu'on divisoit toujours le jour en douze parties, et la nuit en douze autres parties, quelle que fût la longueur de l'un et de l'autre.

Dans l'usage ordinaire, on appelle *un jour*, la durée entière de la révolution apparente du soleil autour de la terre d'orient en occident; dans ce cas, une *Heure* en est la vingt-quatrième partie. (*Voyez* JOUR).

Toutes les nations n'ont pas placé le commencement de leur jour dans le même instant. Les Babyloniens commençoient à compter le leur du lever du soleil; de sorte que c'étoit alors que commençoit la première

Heure. Cela se pratique encore à Maiorque et à Nuremberg. Les Juifs et les Athéniens le comptoient du coucher du soleil; ce qui est encore aujourd'hui en usage parmi les Italiens. Les François et plusieurs autres nations commencent leur jour à minuit, et comptent 12 *Heures* jusqu'à midi, recommençant ensuite à compter 12 autres *Heures* de midi à minuit. (*Voyez* JOUR CIVIL). Tous les astronomes commencent le jour à midi, et comptent 24 *Heures* de suite jusqu'au midi suivant; de sorte qu'après minuit, au lieu de recommencer à compter une *Heure*, 2 *Heures*, etc. ils comptent 13 *Heures*, 14 *Heures*: ainsi, lorsqu'on compte dans la société le 3 avril à 10 *Heures* du matin, les astronomes comptent le 2 avril à 22 *Heures*.

Toutes nos *Heures* sont d'égale durée dans l'usage civil mais les *Heures* astronomiques sont tantôt plus tantôt moins longues. Chacune répond au temps que le soleil emploie à parcourir 15 degrés de l'équateur ou de l'un de ses parallèles: or ce temps n'est pas toujours d'égale durée; c'est ce qui a donné lieu à la distinction du *Temps vrai* et du *Temps moyen*. (*Voyez* TEMPS VRAI *et* TEMPS MOYEN).

L'*Heure* se divise en 60 parties égales, qu'on appelle *minutes*: les minutes en 60 parties égales, appelées *secondes*: et les secondes en 60 parties égales, que l'on nomme *tierces*: les tierces en 60 parties égales, appelées *quartes*: les quartes en 60 parties égales, nommées *quintes*, etc.

HEXAGONE. Figure qui a six côtés et six angles. Elle est régulière, lorsque tous les côtés, et par conséquent tous les angles, sont égaux. Pour décrire un *Hexagone* régulier *ABDEFG* (*Pl. I, fig.* 14.), il faut diviser un cercle *IKLMNO* en six arcs égaux *AIB*, *BKD*, *DLE*, *EMF*, *FNG*, *GOA*, dont chacun sera de 60 degrés; parce que 6 fois 60 font 360. La corde, comme, par exemple, *BD*, de chacun de ces arcs, sera un des côtés de ce polygone; de sorte que les six cordes *AB*, *BD*, *DE*, *EF*, *FG*, *GA*, des six arcs formeront les six côtés de l'*Hexagone* ré-

gulier; car toutes ces cordes sont égales entr'elles, puisqu'elles soutiennent des arcs égaux entr'eux.

Chaque côté d'un *Hexagone* régulier est égal au rayon du cercle dans lequel l'*Hexagone* est inscrit; d'où il suit qu'un *Hexagone* régulier est composé de six triangles équilatéraux, tels que *ACB*, *BCD*, etc. dont chacun a pour base un des côtés de l'*Hexagone*, et qui ont tous leur sommet au centre *C* de la figure.

Pour avoir la surface d'un *Hexagone* quelconque, soit régulier, soit irrégulier, *Voyez* POLYGONE.

Tous les angles intérieurs d'un *Hexagone* quelconque valent, pris ensemble, 720 degrés. Et pour savoir de combien de degrés est chaque angle intérieur d'un *Hexagone* régulier, il faut diviser le nombre de degrés que valent ensemble tous les angles intérieurs, savoir, 720 par 6, nombre des côtés ou des angles de l'*Hexagone*; et le quotient 120 donne la valeur de chacun de ces angles.

HIVER. L'une des quatre saisons de l'année. Il commence lorsque le soleil, s'éloignant de plus en plus du zénith, est parvenu à sa plus petite hauteur méridienne, c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique qui coupe le colure des solstices; et il finit lorsque le soleil, se rapprochant ensuite de plus en plus du zénith, a atteint une hauteur méridienne moyenne entre sa plus grande et sa plus petite, c'est-à-dire, lorsqu'il est arrivé au point de l'écliptique qui coupe l'équateur. Ainsi, pour ceux qui habitent l'hémisphère septentrional, l'*Hiver* commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe du *Capricorne*, savoir, le 1 ou 2 nivose (le 21 ou 22 décembre); et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe du *Bélier*, savoir, le 30 ventose ou le 1 germinal (le 20 ou 21 mars). Mais pour les habitans de l'hémisphère méridional, l'*Hiver* commence lorsque le soleil arrive au premier point du signe du *Cancer*, savoir, le 3 ou 4 messidor (le 21 ou 22 Juin), et il finit lorsque le soleil arrive au premier point du signe de la *Balance*, savoir, le 1 ou 2 vendémiaire (le 22 ou 23 septembre).

Le jour où l'*Hiver* commence, est celui qui est le

plus court de l'année, et la nuit la plus longue, c'est-à-dire, que le soleil demeure au-dessus de l'horizon le moins de temps, et au-dessous le plus long-temps qu'il est possible pour chaque lieu; et la différence de la longueur du jour à celle de la nuit est d'autant plus grande, que le lieu dont il s'agit a une plus grande latitude.

Le grand froid de l'*Hiver* vient principalement de deux causes; premièrement de la longueur des nuits et de la brièveté des jours: le soleil restant moins de temps sur l'horizon qu'au-dessous, échauffe moins le terrein; et les nuits, étant proportionnellement plus longues, occasionnent un plus grand refroidissement. Secondement, de ce qu'en *Hiver* les rayons solaires tombent sur la surface de la terre beaucoup plus obliquement qu'en été: d'où il arrive qu'ils ont une plus grande épaisseur d'air à traverser, et que la surface de la terre en reçoit une moindre quantité. L'éloignement et la proximité du soleil influent bien moins sur le froid et sur le chaud; car le soleil est moins éloigné de la terre au mois de décembre qu'au mois de juin; la différence est de près de 1200000 lieues; et cependant cela n'empêche pas que nous n'ayions nos plus grands froids dans le temps même où le soleil est plus près de nous.

HOLLANDOIS. *(Télescope)* (*Voyez* TÉLESCOPE).

HOMOGÈNE. *Terme de Physique.* Nom que l'on donne aux corps dont toutes les parties intégrantes sont semblables, sont de même espèce, de même nature, de même densité et ont les mêmes propriétés. Telles sont les parties de l'eau pure; telles sont encore les parties intégrantes des métaux bien purifiés, comme l'or, l'argent, le cuivre, etc. telles sont aussi les parties d'un rayon de lumière exactement séparé de tous les autres, qui ont toutes le même degré de réfrangibilité, et sont toutes capables de nous faire sentir la même couleur.

HOMOLOGUE. Epithète que l'on donne aux côtés ou lignes de deux figures, qui sont semblablement situés, ou qui ont des positions semblables, chacun dans la figure à laquelle il appartient. Dans des fi-

gures semblables, les côtés *Homologues* sont proportionnels.

HORAIRES. (*Cercles* .) (*Voyez* CERCLES HORAIRES).

HORIZON. L'un des grands cercles immobiles de la sphère *AGB* (*Pl. LIV, fig.* 4.) qui, pour chaque lieu de la terre, sépare la partie visible du ciel de celle qui ne l'est pas, et dont chaque point de la circonférence est éloigné de 90 degrés du zénith *Z* et du nadir *N*. Ce cercle divise les cieux en deux parties ou hémisphères, dont l'un est appelé *Hémisphère supérieur* ou *visible*, et l'autre *Hémisphère inférieur* ou *invisible*.

On distingue l'*Horizon* en *Horizon rationnel* et *Horizon sensible*. L'*Horizon rationnel* est celui qui divise la terre et les cieux en deux hémisphères égaux, l'un supérieur et l'autre inférieur, et dont le centre est le même que le centre de la terre. Ainsi, en supposant que *T* (*Pl. LVII, fig.* 3.) soit la terre, placée au centre du ciel étoilé, *HH* est l'*Horizon rationnel* représenté par son diamètre. L'*Horizon sensible* est celui qui termine notre vue, et qu'on peut concevoir comme un plan parallèle au plan de l'*Horizon rationnel*, et qui partage la terre et les cieux en deux parties inégales, dont la supérieure est la plus petite. Supposons donc un observateur placé en *a*, et qui, à cause de la rotondité de la terre, ne peut appercevoir les objets terrestres que jusqu'en *b*, et à une distance à-peu-près égale tout autour de lui : ce cercle, tout petit qu'il est, lui paroit cependant toucher le ciel en *h*; parce qu'il ne s'apperçoit pas de la distance qu'il y a de *b* en *h*, quoiqu'elle soit immense. De sorte que la ligne *h h* représente le diamètre de son *Horizon sensible*, qui, comme l'on voit, divise la terre et les cieux en deux parties inégales. Mais lorsqu'il s'agit des astres, le demi-diamètre *Ta* de la terre n'est, pour ainsi dire, qu'un point, en comparaison de la distance *TH* qu'il y a entre les astres et nous. C'est ce qui fait que l'*Horizon sensible* ne diffère pas sensiblement de l'*Horizon rationnel*.

L'*Horizon* est différent pour tous les différens points de la surface de la terre; on en peut donc compter autant qu'il y a de points dans cette surface : chaque pays,

chaque observateur a donc le sien ; d'où il suit que nous changeons d'*Horizon* à chaque pas que nous faisons, dans quelque direction que ce soit.

Si l'on conçoit une ligne droite, perpendiculaire à l'*Horizon*, qui passe par le centre de la terre, et qui soit prolongée de part et d'autre jusqu'à la concavité du ciel, comme $Z N$, cette ligne pourra être regardée comme l'axe de l'*Horizon ;* et ses deux extrémités aboutiront, l'une au point Z, qu'on appelle *Zénith*, et l'autre au point N, que l'on nomme *Nadir*, et qu'on peut regarder comme les deux poles de l'*Horizon.*

C'est sur l'*Horizon* que se comptent les amplitudes des astres. (*Voyez* AMPLITUDE).

HORIZON. (*Poles de l'*) (*Voyez* POLES DE L'HORIZON).

HORIZONTAL. Epithète que l'on donne à ce qui est parallèle à l'horizon. Ainsi un plan qui est parallèle à l'horizon, est un plan *Horizontal.* Une ligne qui est parallèle à l'horizon, est une ligne *Horizontale.*

HORIZONTALE. (*Ligne*) (*Voyez* LIGNE HORIZONTALE).

HORLOGE. Nom que l'on donne, en astronomie, à une des constellations de la partie australe du ciel, et qui est placée au-dessus de la tête de l'Hydre mâle, entre l'extrémité méridionale de l'Eridan et le Réticule rhomboïde. C'est une des 14 nouvelles constellations formées par l'*abbé de la Caille*, d'après les observations qu'il a faites pendant son séjour au Cap de bonne-Espérance. Il a donné une figure très-exacte de cette constellation dans les *Mémoires de l'Acad. des Sciences*, *an.* 1752, *Pl. XX.* Elle est composée d'une *Horloge* à pendule et à secondes.

Cette constellation est une de celles qui ne paroissent jamais sur notre horizon : les étoiles qui la composent, ont une déclinaison méridionale trop grande pour pouvoir jamais se lever à notre égard.

HORLOGE. (*Equation de l'*) (*Voyez* EQUATION DE L'HORLOGE).

HOROPTÈRE. *Terme d'Optique.* Ligne droite tirée par le point de concours des deux axes optiques (*Voyez* AXE OPTIQUE), et qui est parallèle à la ligne tirée du

centre d'un œil au centre de l'autre. Telle est la ligne *AB* (*Pl. XC, fig.* 67), tirée par le point de concours *C* des deux axes optiques *FC*, *GC* parallèlement à la ligne *HI*, tirée du centre d'un œil *E* au centre de l'autre œil *D*.

Ce n'est que lorsque les objets qu'on regarde, sont placés dans l'*Horoptère*, qu'on peut les voir bien distinctement ; cette ligne peut donc être regardée comme la limite de la vision distincte. Lorsque les objets sont hors de l'*Horoptère*, ils paroissent doubles. Il est aisé de s'en convaincre. Que l'on place une plume à écrire par exemple, devant ses yeux à environ un pied de distance : qu'on la fixe ; les deux yeux se tournant alors vers elle, les deux axes optiques auront leur point de concours à la plume : on la verra bien distinctement et simple. Qu'on cherche à fixer des objets plus éloignés ; alors la plume se trouvera plus près des yeux que le point de concours des deux axes optiques, et on la verra double. (*Voyez* VUE).

HORREUR DU VIDE. *Ancien terme de Physique.* Expression vide de sens, et par laquelle on vouloit désigner, dans l'ancienne philosophie la prétendue *Horreur* que la Nature avoit pour le *vide*. On se servoit de ce principe imaginaire pour rendre raison de l'ascension de l'eau dans les pompes aspirantes, et de plusieurs autres phénomènes semblables. On disoit donc : l'*eau monte dans les pompes aspirantes*, parce que la Nature a *Horreur du vide*.

Lorsqu'on eut observé que l'eau ne montoit, dans ces pompes, que tout au plus à la hauteur de 32 pieds, on fut un peu embarrassé. Pour se tirer de là, on en vint jusqu'à ce point d'absurdité, de dire que la Nature n'avoit *Horreur du vide* que jusqu'à la hauteur de 32 pieds.

Mais *Galilée*, qui avoit observé le fait, y soupçonna une autre cause : il fit part de son soupçon à *Toricelli*, son disciple, qui fit voir, peu de temps après, que le mercure ne s'élevoit dans les tuyaux qu'à la hauteur de 27 à 28 pouces (de 730 à 757 millimètres) ; et comme il eût été trop ridicule de dire que la Nature avoit *Horreur du vide* pour l'eau jusqu'à 32 pieds ($10\frac{1}{3}$ mètres),

et pour le mercure jusqu'à 28 pouces (757 millimètres) seulement; on abandonna totalement l'*Horreur du vide*, et on regarda ce fait comme un fait d'équilibre. Bientôt après *Paschal* démontra, dans son *Traité de l'équilibre des liqueurs*, que tous ces effets étoient produits par la pression de l'air. (*Voyez* TUBE DE TORICELLI).

HUILE DE VITRIOL. C'est la même substance que l'*Acide sulfurique*. (*Voyez* ACIDE SULFURIQUE).

HUMAINE. (*Pierre*) (*Voyez* PIERRE HUMAINE).

HUMBLE. Epithète que les Anatomistes donnent à un des quatre muscles droits de l'œil. C'est le même que l'*Abaisseur*. (*Voyez* ABAISSEUR).

HUMEURS DE L'ŒIL. Parties du globe de l'œil plus ou moins fluides, et qui sont renfermées dans les intervalles compris entre les membranes qui forment ce globe. Il y a dans l'œil trois sortes d'*Humeurs* : savoir, l'*Humeur aqueuse*, l'*Humeur crystalline* et l'*Humeur vitrée*. (*Voyez* ŒIL).

HUMEUR AQUEUSE. C'est la première ou la plus antérieure des *Humeurs de l'œil*. Elle occupe l'espace qui est entre la *Cornée transparente Ff* (*Pl. XLVI, fig.* 1.) et l'*Iris*, et de plus celui qu'on dit se trouver entre la partie postérieure de l'*Iris* et le cristallin *c n c*, auxquels espaces on a donné le nom de *Chambre antérieure de l'œil*, et qui communiquent ensemble par la prunelle *A*.

HUMEUR CRYSTALLINE. C'est la seconde des *Humeurs de l'œil* : on la nomme aussi simplement le *Crystallin*. (*Voyez* CRYSTALLIN). Cette *Humeur c n c* (*Pl. XLVI, fig.* 1.) est située immédiatement après l'*Humeur aqueuse*, derrière l'*Iris*, et vis-à-vis la prunelle *A*. Elle a une consistance assez ferme : sa figure est lenticulaire, ayant cependant plus de convexité dans sa partie postérieure *n*, que dans sa partie antérieure. Plusieurs Anatomistes pensent que cette *Humeur* ou ce corps transparent est renfermé dans une enveloppe particulière, qu'ils ont nommée *Arachnoïde*. (*Voyez* ARACHNOIDE).

HUMEUR VITRÉE. C'est la troisième et la plus postérieure des *Humeurs de l'œil*. Elle est contenue dans l'espace compris entre la face postérieure *n* (*Pl. XLVI, fig.* 1.) du *Crystallin* et le fond de l'œil. Cet espace

LLLn est, comme l'on voit, plus des trois quarts de la capacité intérieure du globe de l'œil. Cette *Humeur* a été nommée vitrée, parce qu'on la compare à une masse de verre. Elle est creusée, dans sa partie antérieure; et c'est dans cette cavité, communément appelée le *Chatton de l'humeur vitrée*, qu'est reçue la convexité postérieure *c n c* du crystallin. Cette *Humeur* est de plus contenue dans une membrane particulière, et qu'on appelle *Hyaloïde*. (*Voyez* HYALOÏDE). Cette membrane est double; elle forme plusieurs cellules; et c'est dans la duplicature de cette membrane qu'est logé le *Crystallin*.

Ces trois *Humeurs* ne sont pas de même densité. L'*Humeur aqueuse*, qui a, à-peu-près, celle de l'eau, est moins dense que les deux autres: et l'*Humeur crystalline* est la plus dense des trois, l'*Humeur vitrée* étant plus dense que l'*Humeur aqueuse*, et moins dense que l'*Humeur crystalline*.

En général, l'usage des *Humeurs de l'œil* est de modifier les rayons de lumière de façon à les réunir sur la *Rétine*, pour y faire les impressions nécessaires pour exciter cette sensation, qu'on nomme *Vision*. (*Voyez* VISION).

HUMEUR VITRÉE. (*Chatton de l'*) (*Voyez* CHATTON DE L'HUMEUR VITRÉE).

HUMIDE. Epithète que l'on donne aux corps imprégnés de particules aqueuses. Le sel marin, le sel de tartre, etc., deviennent humides, quand ils restent quelque temps exposés à l'air, parce qu'ils se chargent des vapeurs aqueuses qui y sont répandues.

HUMIDITÉ. Qualité qu'acquièrent les corps en s'imprégnant de particules aqueuses. (*Voyez* HUMIDE).

HYACINTHE. Pierre précieuse d'une couleur orangée, ou d'un rouge tirant sur le jaune. La forme des crystaux de l'*Hyacinthe* est un prisme tétraèdre rectangle, ou à 4 pans héxagones, terminé, à chacune de ses extrémités, par un sommet à 4 faces rhombes, qui répondent aux arêtes du prisme. La dureté de l'*Hyacinthe* est à-peu-près égale à celle du crystal de roche (*Voyez* CRYSTAL DE ROCHE); une bonne lime a assez de prise sur elle. Elle entre en fusion au feu, et y perd sa cou-

leur. Elle cause aux rayons de lumière une double réfraction. Sa pesanteur spécifique est à celle de l'eau distillée, comme 36873 est à 10000.

Suivant *Bergmann*, 100 parties de cette pierre en contiennent 25 de silice, 40 d'alumine, 20 de carbonate de chaux, et 13 de fer : suivant *Achard*, 100 parties en contiennent 21,66 de silice 41,33 d'alumine, 20 de carbonate de chaux, et 13,33 de fer.

HYADES. Nom que l'on donne, en Astronomie, à un assemblage d'étoiles, qui sont placées sur le front du Taureau. Leur nom est dérivé du mot grec ὑω, qui signifie *pleuvoir*; parce que ces étoiles se levoient autrefois dans la saison des pluies. (*Voyez l'Astronomie de la Lande, pag.* 163).

HYALOIDE. Nom que les Anatomistes ont donné à une des membranes propres du globe de l'œil. (*Voyez* Œil). C'est dans cette membrane qu'est contenue, comme dans une enveloppe particulière, la troisième et la plus postérieure des humeurs de l'œil, nommée *Humeur vitrée*. (*Voyez* Humeur Vitrée). Cette membrane est double, et forme plusieurs cellules; et c'est dans la duplicature de cette membrane qu'est logé le *Crystallin*, lequel est de plus enveloppé d'une membrane particulière, nommée *Arachnoïde*. (*Voyez* Arachnoïde).

HYDRAULIQUE. Science qui a pour objet le mouvement des fluides. C'est d'après les principes sur lesquels est fondée cette science, et qui sont les principes d'*Hydrostatique* (*Voyez* Hydrostatique, *première partie*), qu'on trouve les moyens de conduire les eaux d'un lieu à un autre; par des canaux, des aqueducs, des pompes, et autres machines *Hydrauliques;* et de les élever, tant pour les rendre jaillissantes que pour d'autres usages.

L'hydrostatique considère l'équilibre des fluides en repos : en détruisant cet équilibre, il en résulte un mouvement; et c'est là que commence l'*Hydraulique*.

L'*Hydraulique* traite, non-seulement de la conduite et de l'élévation des eaux, et des machines propres à cet effet, mais encore des loix générales du mouvement des corps fluides. Cependant quelques auteurs ont

ont donné à cette science le nom d'*Hydrodynamique* (*Voyez* HYDRODYNAMIQUE), et ont réservé celui d'*Hydraulique*, à celle qui traite en particulier du mouvement des eaux. C'est dans des Traités, faits exprès sur cette matière, qu'il faut s'instruire de ces loix.

Les principaux auteurs, qui ont cultivé et perfectionné l'*Hydraulique*, sont, *Mariotte*, dans son *Traité du mouvement des eaux et autres corps fluides* : *Guglielmini*, dans sa *Mensura aquarum fluentium*, où il réduit les principes les plus compliqués de l'*Hydraulique* en pratique (*Voyez* FLUIDE) : *Newton*, dans ses *Phil. Nat. Princ. Mathemat. Varignon*, dans les *Mém. de l'Acad. des Sciences* : *Daniel Bernoulli*, dans son Traité, intitulé : *Hydrodynamica*, imprimé à Strasbourg, en 1738 : *Jean Bernoulli*, dans son *Hydraulique*, imprimée à la fin du Recueil de ses Œuvres, en 4 vol. *in*-4°., à Lausanne, 1743. D'*Alembert* a aussi donné un Ouvrage sur ce sujet, qui a pour titre : *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides*. (*Voyez* HYDRODYNAMIQUE).

Hero d'Alexandrie est le premier qui ait traité des machines *Hydrauliques* : ceux qui en ont écrit, parmi les modernes, sont, entr'autres, *Salomon de Caux*, dans un Traité français des machines, surtout des *Hydrauliques* : *Gasp. Schottus*, dans sa *Mechanica Hydraulico-pneumatica* : *Chales*, dans son *Mundus Mathematicus* : *Belidor*, dans son *Architecture Hydraulique*. On peut voir l'extrait des différentes parties de ce dernier ouvrage, dans l'*Histoire de l'Acad. des Sciences, pour les années* 1737, 1750, 1753).

HYDRAULIQUE. (*Architecture*). (*Voyez* ARCHITECTURE HYDRAULIQUE).

HYDRE. Nom que l'on donne, en astronomie, à deux des constellations de la partie méridionale du ciel, dont une est appelée *Hydre femelle*, et l'autre *Hydre mâle*. (*Voyez* HYDRE FEMELLE et HYDRE MALE).

HYDRE FEMELLE. Nom que l'on donne, en astronomie, à une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui s'étend au-dessous du Lion

et de la Vierge, et au-dessus de la boussole, de la machine pneumatique et du Centaure. C'est une des quarante-huit constellations formées par *Ptolémée*. Il y a, dans la constellation de l'*Hydre femelle*, une étoile de la seconde grandeur, connue sous le nom de *Cœur de l'Hydre*. (*Voyez l'Astronomie de la Lande, page* 182). Quelques-uns mettent cette étoile au nombre de celles qui sont de la première grandeur.

HYDRE MALE. Nom que l'on donne, en astronomie, à une des constellations de la partie méridionale du ciel, et qui est placée tout près du pole sud, entre le grand et le petit nuage. C'est une des douze constellations décrites par *Jean Bayer*, et ajoutées aux quinze constellations méridionales de *Ptolémée*. (*Voyez l'Astronomie de la Lande, page* 185).

Cette constellation est une de celles qui ne paroissent jamais sur notre horizon : elle a une déclinaison méridionale trop grande pour cela ; de sorte qu'elle ne se lève jamais à notre égard. L'*abbé de la Caille* en a donné une figure très-exacte dans les *Mém. de l'Acad. des Sciences, année* 1752, *Pl.* 20.

HYDRODYNAMIQUE. Science qui a pour objet et le mouvement des fluides, et la pesanteur et l'équilibre des fluides. On voit, par cette définition, que l'*Hydrodynamique* comprend l'hydraulique et l'hydrostatique. (*Voyez* HYDRAULIQUE et HYDROSTATIQUE). *Daniel Bernoulli* a réuni ces deux sciences en un seul ouvrage, intitulé : *Hydrodynamica, sive de viribus et motibus fluidorum*, imprimé à Strasbourg, en 1738. *Jean Bernoulli* a donné une *Hydraulique* dans laquelle il se propose le même objet que *Daniel Bernoulli*, son fils. *Maclaurin* a aussi donné, dans son *Traité des Fluxions*, un essai sur le mouvement des fluides. Enfin d'*Alembert* a publié, en 1744, son *Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides*, qui pourroit bien porter le titre d'*Hydrodynamique*. C'est dans ces ouvrages qu'il faut s'instruire des principes de cette science.

HYDROMÈTRE. Nom que l'on donne, en général, à tous les instrumens qui servent à mesurer soit la pesanteur, soit la densité, soit la vîtesse, ou la force,

ou les autres propriétés de l'eau et des autres fluides. Celui qui sert à mesurer la pesanteur spécifique des fluides, se nomme *Aréomètre*. (*Voyez* Aréomètre).

HYDROMETRIE. Science qui enseigne à mesurer les différentes propriétés des fluides, et qui apprend à se servir des *Hydromètres*. (*Voyez* Hydromètre). Cette science comprend l'*Hydrostatique* et l'*Hydraulique*. (*Voyez* Hydrostatique et Hydraulique).

HYDROSTATIQUE. Science qui a pour objet la pesanteur et l'équilibre des liqueurs et des corps qui y sont plongés.

Archimède est, parmi les anciens, celui qui a fait plus de progrès dans cette science. On lui fait encore honneur aujourd'hui de la manière ingénieuse par laquelle il reconnut qu'une couronne d'or n'étoit pas au titre auquel elle devoit être, en la pesant *hydrostatiquement*. Parmi les modernes, c'est à *Galilée*, *Toricelli*, *Descartes*, *Paschal*, *Guglielmini* et *Mariotte*, que nous sommes redevables des plus belles connoissances dans cette matière.

La science de l'*Hydrostatique* peut être divisée en trois parties. La première comprend la manière dont une liqueur, prise séparément et sans comparaison avec d'autres, exerce sa pesanteur sur les obstacles qui la retiennent, et comment elle se met en équilibre avec elle-même. Dans la seconde, on examine comment se mettent en équilibre entr'elles plusieurs liqueurs de différentes densités. Et, dans la troisième, on examine comment les solides, que l'on plonge dans les liqueurs, se mettent en équilibre avec elles.

Première partie. Manière dont une liqueur exerce sa pesanteur.

1°. Toutes les parties d'une même liqueur sont en équilibre entr'elles, soit dans un seul vaisseau, soit dans plusieurs qui communiquent ensemble, lorsque leurs surfaces supérieures sont dans un même plan parallèle à l'horizon. Ceci tient à la nature des liqueurs. (*Voyez* Liqueur). Cette propriété des liqueurs fait que l'eau, que l'on amène chez soi, par des canaux souterreins, remonte aussi haut que le lieu d'où elle

vient ; quelle que soit la profondeur à laquelle on la fait passer. Cela rend encore raison des sources qu'on trouve quelquefois au sommet des montagnes. Ces eaux doivent venir de montagnes plus élevées, par des canaux souterreins, qui ont à-peu-près la forme de siphons renversés.

2°. Les parties d'une même liqueur exercent leur pesanteur indépendamment les unes des autres. Cette propriété vient de ce qu'elles n'ont presque point de cohésion entr'elles. Ce qui est très-différent de la manière de peser des corps solides ; leurs parties étant adhérentes entr'elles, elles pèsent toutes en commun. Aussi le choc d'un solide est-il très-différent de celui d'une liqueur. Cette dernière substance, en avançant, se divise par la résistance de l'air ; ce qui fait que sa vîtesse est plus retardée qu'elle ne l'eût été sans cette division. Ainsi divisée, elle s'applique à une plus grande surface ; ce qui partage son effort. Au lieu qu'un solide ne frappe qu'un petit espace, qui reçoit l'effort entier. C'est pourquoi un corps anguleux, qui tombe sur la tête, fait plus de mal qu'un corps plat de même poids.

3°. Les liqueurs exercent leur pesanteur en toutes sortes de sens. C'est-à-dire, que, non-seulement elles pèsent, comme le font les autres corps, de haut en bas ; mais encore elles pressent, avec toute la valeur de leur poids, les obstacles qu'elles rencontrent latéralement et de bas en haut. Voilà pourquoi un tonneau plein d'huile liquide se vide, quand on le perce sur le côté. Si l'huile étoit figée, il ne se videroit pas : dans ce dernier cas, l'huile seroit un corps solide : or les corps solides ne pèsent que de haut en bas, et point latéralement.

4°. Les liqueurs exercent leur pression, tant perpendiculaire que latérale, non en raison de leur quantité, mais en raison de leur hauteur au-dessus du plan horizontal, et de la largeur de la base qui s'oppose à leur chûte. C'est-à-dire, que si vous remplissez d'eau plusieurs vases, qui soient tous de la même hauteur, et dont les fonds soient égaux, tous ces fonds seront également chargés, quelles que soient la forme et la

capacité de ces vases. Supposons qu'on remplisse d'eau les trois vases *ABCD*, *EFGH*, *LMNOPQ* (*Pl. VI*, *fig.* 7, 8, 9), dont les hauteurs *AB*, *IF*, *LT* soient les mêmes, et qui aient tous des fonds égaux *BC*, *FG*, *NO*; il est prouvé, par l'expérience, que tous ces fonds sont également chargés, quoique les quantités d'eau, qui remplissent les vases, soient très-différentes. Dans le vase, *fig.* 7, le fond *BC* est chargé de toute la masse d'eau *ABCD*: ici la liqueur pèse à la manière d'un solide: supposons que son poids soit 3 kiliogrammes (six livres). Dans le vase, *fig.* 8, il est aisé de concevoir que le fond *FG* n'est chargé que de 3 kiliogrammes (6 livres), quoique sa capacité soit beaucoup plus grande; car il ne porte que la masse d'eau *IFGK* égale à celle du vase, *fig.* 7. Le reste de la liqueur est porté sur les parois du vase *EF*, *HG*. La difficulté consiste donc à entendre comment dans le vase, *fig.* 9, le fond *NO* est encore chargé de 3 kiliogrammes (6 livres), quoique $\frac{1}{2}$ kiliogramme (une livre) d'eau suffise peut-être pour remplir le vase. Voici comment on peut le faire comprendre. Il est certain que sur la portion *TV* du fond *NO*, il y a une pression égale à celle d'une colonne d'eau, dont la base est l'étendue *TV*, et la hauteur *LT*. Si sur toutes les autres pareilles portions du même fond il y a une pression égale à celle de cette colonne *LTVQ*, ce fond est partout également chargé. Or, par exemple, sur la portion *VX*, il y a une pression égale à celle d'une colonne d'eau *QVXR*, laquelle seroit elle-même égale à la colonne *LTVQ*; car la petite colonne d'eau *PVXS* qui repose dessus, tend à s'élever par la pression de la colonne voisine *LTVQ*, et avec une force égale à l'excès *LMPQ* de cette grande colonne sur la petite: elle presse donc la partie *PS* du fond supérieur avec cette force-là. Mais *la réaction est égale à la compression*. La partie *PS* réagit donc avec une force égale à l'excès *LMPQ* de la grande colonne sur la petite. Donc il y a sur la portion *VX* du fond *NO* une pression composée de celle de la petite colonne d'eau *PVXS* et de la réaction de la partie *PS* égale à la pression d'une colonne d'eau *QPSR*, lesquelles deux, prises ensemble, égalent la pression de la colonne *LTVQ*.

Ce que je dis de la portion VX, on peut le dire de tout le reste. Donc, etc. Il s'ensuit de là une proposition, qui paroit d'abord un paradoxe, mais qui n'en est pas moins certaine, et qui influe considérablement sur presque toutes les machines hydrauliques, comme nous le verrons à l'article des pompes (*Voyez* POMPE); savoir, que la même quantité d'eau pourra faire un effort deux ou trois cents fois plus ou moins grand, suivant la manière dont elle sera employée. Par exemple, si l'on employoit la quantité d'eau que peut contenir le vase, *fig.* 8, dans un vase pareil à celui de la *fig.* 9, mais assez haut pour la tenir toute, la pression sur le fond NO seroit considérablement plus grande que sur le fond FG.

Il s'ensuit encore de là qu'on peut faire crever un tonneau TO (*Pl. VI*, *fig.* 10), déjà plein d'eau, en le chargeant de quelques kiliogrammes d'eau, employés dans un tuyau AB long de 8 à 10 mètres (25 à 30 pieds). Par ce que nous venons de dire, il est clair que cette petite quantité d'eau qui remplit le tuyau, charge le fond du tonneau autant que si on lui ajoutoit une colonne d'eau grosse comme le tonneau lui-même, et longue comme le tuyau : ce qui seroit un poids énorme.

Seconde partie. Manière dont plusieurs liqueurs de différentes densités se mettent en équilibre entr'elles.

1°. La différence du poids ou de la densité, suffit pour séparer les parties de plusieurs liqueurs qu'on a mêlées ensemble, si d'autres causes plus fortes n'empêchent cet effet. Nous venons de dire ci-dessus (*Première Partie, Article* 2.) que les parties des liqueurs exercent leur pesanteur indépendamment les unes des autres : celles qui ont le plus de densité, ayant plus de force pour occuper le lieu le plus bas, obligent donc les autres à leur céder leur place; et ainsi se fait la séparation : comme lorsqu'on a bien mêlé ensemble de l'eau et de l'huile; si on laisse reposer le tout, l'eau, ayant plus de densité que l'huile, s'empare de la partie inférieure; et l'huile passe à la partie supérieure. Si cet effet n'a pas lieu, c'est qu'il y a des causes qui s'y opposent. Ces causes sont, 1°. les frottemens, qui croissent à mesure que les surfaces augmentent; comme

lorsqu'on mêle ensemble de l'eau et du vin : l'eau, quoique plus dense que le vin, ne s'en sépare point. 2°. La viscosité des matières ; comme lorsqu'on bat des blancs d'œufs, et que, par-là, on y mêle beaucoup d'air : l'air, quoique beaucoup plus léger, n'a pas la force de rompre ses enveloppes pour s'échapper. 3°. L'analogie entre deux liqueurs, qui fait qu'elles se divisent davantage, et éprouvent, par-là, des frottemens, qui font plus que compenser la différence de leurs densités : car l'esprit-de-vin bien mêlé à l'eau ne s'en sépare pas ; et l'huile s'en sépare.

2°. Deux liqueurs de densités différentes sont en équilibre entr'elles, lorsque, ayant la même base, leurs hauteurs perpendiculaires à l'horizon sont en raisons réciproques de leurs densités, ou pesanteurs spécifiques ; alors les pressions sont égales, d'où naît l'équilibre. Si l'on met, par exemple, du mercure dans un siphon renversé, et que l'on verse de l'eau dans une des branches ; pour faire élever le mercure dans l'autre branche d'un centimètre au-dessus de son niveau, il faudra que l'eau soit à environ 14 centimètres de hauteur. La hauteur de l'eau sera donc 14 fois aussi grande que celle du mercure ; de même que la densité du mercure est 14 fois aussi grande que celle de l'eau.

Troisième Partie. Manière dont les solides se mettent en équilibre avec les liqueurs dans lesquelles on les plonge. Il est certain qu'un solide qu'on plonge dans une liqueur, et qui est en même temps impénétrable à cette liqueur, occupe la place d'un volume de cette liqueur parfaitement égal au sien. Ce volume de liqueur déplacé, en égale en densité ou en poids le solide qui prend sa place, ou bien l'un des deux pèse plus que l'autre. On appelle *Pesanteur respective*, la quantité dont le plus pesant surpasse le plus léger.

1°. Un corps solide entièrement plongé dans une liqueur, est comprimé de toutes parts par la liqueur qui l'entoure ; et la pression qu'il éprouve est d'autant plus grande, qu'il est plus profondément plongé, et que la liqueur a plus de densité. Nous avons dit (*Première partie*, *art.* 3.) que les liqueurs exercent leur pesanteur en toutes sortes de sens ; par conséquent un

corps solide, plongé dans une liqueur, est comprimé de toutes parts. Nous avons dit (*Art.* 4.) que cette pression croit en raison de la hauteur du liquide : donc la pression qu'éprouve le corps plongé, est d'autant plus grande, qu'il est plus profondément plongé. Nous avons dit enfin (*Seconde partie*, *art.* 2.) qu'il y a équilibre entre deux liqueurs dont les hauteurs sont en raison réciproque de leurs densités; donc, à profondeurs égales, le corps plongé est d'autant plus comprimé que la liqueur a plus de densité. Nous, qui sommes plongés dans l'air, qui est un fluide qui agit suivant toutes les loix de l'*Hydrostatique*, nous sommes donc comprimés de toutes parts par l'air qui nous environne : nous le sommes plus dans un lieu bas que dans un lieu élevé; et nous le sommes d'autant plus que l'air a plus de densité. Il est vrai que nous nous appercevons peu de cette pression, quoiqu'elle soit très-grande; parce qu'elle est continuelle, et que nous respirons intérieurement le même fluide. Encore moins nous appercevons-nous de ses différences, parce qu'elles sont trop peu sensibles. Il n'en seroit pas ainsi, si, de même que les poissons, nous vivions dans un fluide beaucoup plus dense, comme l'eau. Un poisson, qui est à la superficie de l'eau, n'est chargé que du poids de l'athmosphère; mais s'il se plonge seulement à 10 mètres (environ 32 pieds) de profondeur, la pression qu'il éprouve dans ce second cas, est double de celle qu'il éprouvoit dans le premier. C'est une des principales raisons qui a fait abolir l'usage de la *Cloche du plongeur*. (*Voyez* CLOCHE DU PLONGEUR).

2°. Un corps plongé dans une liqueur ajoute à cette liqueur un poids égal à celui du volume de liqueur qu'il déplace, quelle que soit la densité de ce corps : car le corps plongé fait élever la liqueur dans le vase, dans lequel on le plonge, autant que si on y ajoutoit un volume de liqueur égal au sien : or (*Première partie*, *art.* 4.) les liqueurs pèsent en raison de leur hauteur perpendiculaire : donc, quelle que soit la densité du corps plongé, il ajoute à la liqueur dans laquelle on le plonge, un poids égal à celui du volume de liqueur qu'il déplace.

3°. Si le corps plongé est plus pesant que le volume

de liqueur qu'il déplace, sa pesanteur respective (et non pas sa pesanteur absolue) le fait tomber au fond du vase, s'il est libre de lui obéir. La preuve de cela, c'est que, pour l'empêcher de tomber, il ne faut pas un poids égal au sien, mais seulement un poids égal à l'excès de son poids sur celui du volume de liqueur déplacé. En effet, le corps plongé tient la place d'un volume de liqueur qui seroit en équilibre avec le reste : le volume de liqueur qui est au-dessous, ne doit donc lui céder sa place que suivant l'excès de son poids sur celui de ce volume de liqueur : or c'est cet excès que l'on appelle *Pesanteur respective*. Il suit de là :

4°. Qu'un corps plongé dans une liqueur perd une partie de son poids parfaitement égale au poids du volume de liqueur déplacé ; puisque, comme nous venons de le dire, pour l'empêcher de tomber, il ne faut qu'un poids égal à l'excès de son poids sur celui du volume de liqueur déplacé : en un mot, il ne faut qu'un poids égal à sa pesanteur respective. Voilà pourquoi il est si aisé d'empêcher un homme de se noyer, par quelque endroit qu'on le soutienne : car sa pesanteur respective dans l'eau est très-peu de chose.

Il suit de là, 1°. qu'à quantités égales de matière ou à poids égaux, plus les corps ont de volume, plus ils perdent de leur poids par l'immersion ; car ils déplacent alors un plus grand volume de liqueur. 2°. Que plus la liqueur, dans laquelle on plonge le corps, a de densité, plus ce corps perd de son poids par l'immersion ; car alors il déplace un volume de liqueur qui a plus de poids : or c'est le poids de ce volume de liqueur déplacé qui détermine la portion de son poids que perd le corps plongé.

5°. Si le corps est moins pesant qu'un pareil volume de la liqueur dans laquelle il est plongé, il surnage en partie ; et ce qui reste plongé, déplace une quantité de liqueur qui pèse autant que le corps entier. Ainsi un bateau, placé sur la rivière, déplace une quantité d'eau qui pèse précisément autant que le bateau et toute sa charge ; et si on le charge davantage, il s'enfonce d'autant ; et sa partie plongée est d'autant plus grande, qu'il est plus chargé, ou que l'eau a moins

de densité. Il s'enfonceroit donc moins dans la mer que dans l'eau douce. Ainsi, si un bateau doit aller alternativement sur la mer et sur l'eau douce, il ne faut pas le charger autant qu'il pourroit l'être sur la mer; car il seroit submergé dans l'eau douce.

Consultez les ouvrages cités aux articles HYDRAULIQUE et HYDRODYNAMIQUE.

HYDROSTATIQUE. (*Balance*) (*Voyez* BALANCE HYDROSTATIQUE.)

HYETOMETRE. Instrument qui sert à déterminer la quantité de pluie qui tombe. Cet instrument consiste en un grand vase quarré ou cylindrique *A B C D* (*Pl. XXXI, fig.* 1.), qui ne soit point susceptible de se laisser pénétrer par l'eau, qui soit, par exemple, de verre ou de faience, que l'on expose à la pluie tombant immédiatement du nuage. Toutes les fois qu'il a plu, on a soin de mesurer exactement, aussitôt la pluie cessée, la hauteur de l'eau qui se trouve au fond du vase. Si cette hauteur est, par exemple, de $4\frac{1}{2}$ millimètres (2 lignes), on conclut que dans les environs il est tombé $4\frac{1}{2}$ millimètres (2 lignes) d'eau; c'est-à-dire, que, si toute l'eau qui est tombée, étoit demeurée sur la surface de la terre, sans s'y insinuer et sans qu'il s'en fût rien écoulé ni évaporé, il se trouveroit sur cette surface $4\frac{1}{2}$ millimètres (2 lignes) d'épaisseur d'eau.

Il arrive quelquefois qu'il se fait une évaporation assez considérable, même pendant la pluie, et, si sa durée étoit longue, cela pourroit occasionner une erreur. Pour la prévenir, on couvre assez ordinairement le vase d'une espèce d'entonnoir *A B E*, dont l'ouverture est égale à celle du vase, et qui se termine par un petit tuyau *E*. Moyennant cela, l'eau qui s'évapore, s'attachant aux parois inférieures de l'entonnoir, y glisse et retombe dans le vase; il ne peut en sortir que ce qui peut passer par le trou *E*, ce qui est si peu de chose, qu'on peut n'y pas avoir égard, sans crainte d'une erreur sensible.

Si l'on a eu soin de mesurer exactement la quantité d'eau qui peut couvrir le fond du vase de l'épaisseur d'un millimètre, supposons que ce soit un litre, on

peut adapter au fond du vase un robinet, par lequel on tirera l'eau chaque fois qu'il aura plu; et l'on comptera autant de millimètres qu'on tirera de litres. Presque tous les Physiciens, qui font ces observations, emploient ce moyen, qui est beaucoup plus commode et moins sujet à erreur.

HYGROMETRE. Instrument destiné à marquer les degrés de sécheresse ou d'humidité de l'air.

On a imaginé différentes sortes d'*Hygromètres* : en effet, tout corps qui s'enfle ou qui se raccourcit au moyen de la sécheresse ou de l'humidité, peut servir d'*Hygromètre*. Tels sont la plupart des bois, sur-tout ceux de frêne, de sapin, de peuplier, etc. comme aussi les boyaux de chat, etc. Voici ceux qui sont le plus en usage.

Construction des Hygromètres. Etendez une corde de chanvre, ou une corde de boyau, telle que *AB* (*Voyez Pl. LXXIX, fig.* 7.) sur une muraille, en la faisant passer sur une roulette ou poulie *B*, et attachez à son autre extrémité *G* un poids *E*, dans lequel vous ficherez un style *F G;* posez sur la même muraille une plaque de métal *HI*, divisée en un certain nombre de parties égales, et vous aurez un *Hygromètre* complet.

Car c'est une chose incontestable que l'humidité raccourcit peu-à-peu les cordes, et qu'elles reprennent leur longueur ordinaire à mesure que l'humidité s'évapore. Donc, dans le cas présent, le poids ne peut manquer de monter à proportion que l'humidité de l'air augmente, et de descendre lorsqu'elle vient à diminuer.

Comme donc le style *F G* montre les espaces dont le poids monte et descend, et que ces espaces sont égaux à l'alongement ou raccourcissement de la corde ou boyau *A B G*, l'instrument montrera si l'air est plus ou moins humide un jour qu'un autre.

Si vous voulez avoir un *Hygrometre* plus exact et plus sensible, faites passer une corde de boyau par-dessus plusieurs roulettes ou poulies, *A, B, C, D, E, F* (*fig.* 8.), et conduisez-vous pour tout le reste, comme dans l'exemple précédent. Peu importe que les diverses parties de la corde *A B, B C, C D, D E, E F* et *F G*,

soient parallèles à l'horizon, comme dans la présente *figure*, ou qu'elles soient perpendiculaires à l'horizon.

Cet *Hygromètre* a cela d'avantageux sur le précédent, que l'on a une corde beaucoup plus longue dans le même espace, et que son alongement ou son raccourcissement devient par-là plus sensible.

Ou bien attachez une corde de chanvre ou de boyau *AB* (*fig.* 9.) à un crochet de fer, et laissez tomber l'autre bout *B* sur le centre d'un ais ou table horizontale *EF*; suspendez près de *B* une balle de plomb *C* du poids de 5 hectogrammes, et attachez-y un style *CG*; enfin, du centre *B*, décrivez un cercle, et divisez-le en plusieurs parties égales. La construction de cet *Hygromètre* est fondée sur ce qu'on a observé, qu'une corde ou un boyau s'entortillent en s'humectant, et se détortillent de nouveau à mesure qu'ils se dessèchent. *Molyneux*, Secrétaire de la Société de Dublin, dit qu'il s'est apperçu des changemens dont nous venons de parler, dans une corde, en soufflant dessus huit ou dix fois, et en l'approchant ensuite d'une bougie. D'où il suit qu'à mesure que l'humidité de l'air augmentera ou diminuera, l'index indiquera de combien elle se tord ou détord, et par conséquent l'augmentation ou la diminution de l'humidité ou de la sécheresse.

Ou bien attachez l'extrémité d'une corde de chanvre ou de boyau *H* (*fig.* 10.) à un crochet *H*, et à son autre bout une balle de 5 hectogrammes pesant; tracez deux cercles concentriques sur la balle, et divisez-les en un égal nombre de parties égales; fixez un style *NO* sur un pied *N*, de façon que l'extrémité *O* touche presque les divisions de la balle.

La corde, en se tordant ou en se détordant, comme dans le premier cas, montrera le changement d'humidité par l'application successive des différentes divisions des cercles à l'index.

Ou bien prenez deux chassis de bois *AB* et *CD* (*fig.* 11.); pratiquez-y des rainures, dans lesquelles vous enchasserez des ais fort minces de bois de frêne *AEFC* et *GBDH*, de façon qu'ils puissent couler; arrêtez ces ais aux extrémités *A*, *B*, *C*, *D*, des chassis avec des clous, de façon qu'il reste entr'eux un espace *EGHF*

d'environ 25 millimètres de large; attachez au point *K* une règle de cuivre dentée, et au point *L* une petite roue dentée, sur l'axe de laquelle vous poserez un index de l'autre côté de la machine; enfin, du centre de l'axe du même côté, décrivez un cercle, et divisez-le en un grand nombre de parties égales.

On sait, par expérience, que le bois de frêne se gonfle en attirant l'humidité de l'air, et qu'il se resserre de nouveau à mesure que cette humidité diminue: ainsi, pour peu que l'humidité de l'air augmente, les deux ais *AF* et *BH* se gonfleront et s'approcheront l'un de l'autre, et ils s'écarteront de nouveau à mesure que l'humidité diminuera.

Or, comme la distance de ces ais ne peut augmenter ni diminuer sans faire tourner la roue *L*, l'index marquera les divers changemens qui surviendront par rapport à l'humidité ou à la sécheresse.

On a remarqué que tous les *Hygromètres* que nous venons de décrire, deviennent insensiblement moins exacts en vieillissant, et ne reçoivent à la fin aucune altération de l'humidité de l'air. Le suivant est de plus longue durée.

Prenez une balance, à laquelle vous adapterez une portion de cercle *ADC* (*fig.* 12.), telle qu'on la voit dans cette figure; mettez à un des bras de la balance un poids, et à l'autre une éponge *E*, ou tel autre corps qui attire aisément l'humidité. Pour préparer l'éponge, il faut commencer par la laver dans l'eau, la faire sécher ensuite, et la tremper de nouveau dans de l'eau ou du vinaigre où l'on aura fait dissoudre du muriate d'ammoniaque, ou du carbonate de potasse, et la faire sécher ensuite. Si l'air devient humide, l'éponge, devenant plus pesante, descendra, au lieu qu'elle montera s'il est sec; de sorte que l'index montrera l'augmentation ou la diminution de l'humidité de l'air.

Gould, dans les Transactions philosophiques, dit qu'il vaut mieux se servir, au lieu d'éponge, d'acide sulfurique, qui devient plus ou moins pesant, suivant le plus ou le moins d'humidité qu'il attire; de sorte qu'étant une fois soulé d'humidité dans le temps le plus humide, il conserve ou perd dans la suite la pesanteur qu'il a

acquise, suivant que l'air est plus ou moins humide. Cette altération est si considérable, qu'on s'est aperçu que sa pesanteur avoit augmenté depuis trois dragmes jusqu'à neuf dans l'espace de 57 jours, et avoit changé la position de l'index d'une balance de 30 degrés. 53 milligrammes (un seul grain) pesant de cette liqueur, après son entier accroissement, ont varié si sensiblement son équilibre, que l'index d'une balance, qui n'avoit que 40 millimètres (un pouce et demi) de long, a décrit un arc de 9 millimètres (de 4 lignes), qui seroit même allé jusqu'à 81 millimètres (trois pouces), si l'index eût été de 325 millimètres (d'un pied), malgré la petite quantité de liqueur; d'où cet auteur conclut qu'en employant plus de liqueur, on pourroit, au moyen d'une simple balance, avoir un *Hygromètre* beaucoup plus exact qu'aucun de ceux qu'on a inventés jusqu'aujourd'hui.

On peut faire cette balance de deux façons, ou en mettant le style au milieu du levier auquel le poids *E* est attaché, et en joignant à ce style un index de 487 millimètres (un pied et demi) de long, qui marqueroit les divisions sur une lame graduée, comme dans la figure 12.

Ou bien on peut suspendre le bassin, qui contient la liqueur, au bout du fléau près du style, et faire l'autre extrémité si longue qu'elle puisse décrire un arc d'une grandeur considérable, sur un ais placé pour cet effet, comme dans la figure 13.

Le plus simple de tous les *Hygromètres* se fait avec une corde de 3 à 4 mètres (dix à douze pieds) de longueur *AB* (*Pl. XVIII*, *fig.* 8.), que l'on tend foiblement dans une situation horizontale, et dans un endroit à couvert de la pluie, quoique exposé à l'air libre : on attache au milieu un fil de laiton, au bout duquel on fait pendre un petit poids qui sert d'index, et qui marque, sur une échelle divisée en millimètres (en pouces et en lignes), les degrés d'humidité en montant, et ceux de sécheresse en descendant : tel est l'*Hygromètre* que l'on voit suspendu sous une des portes du vieux Louvre, mais qui est trop vieux à présent pour être bon. Assez souvent on fait des *Hygromètres*

avec un bout de corde à boyau, qu'on fixe, d'un côté, à quelque chose de solide, et que l'on attache par l'autre perpendiculairement à une petite traverse, qui se tourne à mesure que la corde se tord ou se détord; aux extrémités de cette petite traverse on place deux petites figures, dont l'une rentre et l'autre sort d'une petite maison qui a deux portiques, lorsque le sec ou l'humide fait tourner la corde, et l'on fait porter un petit parapluie à celle des deux figures que le mouvement de la corde fait sortir, lorsque l'humidité augmente. Les *Hygromètres* que l'on fait de cette façon ou d'une manière équivalente, en cachant la corde, pour y mettre un air de mystère, ne sont bons que pour amuser les enfans; et on ne doit pas s'attendre qu'ils apprennent quel est l'état actuel de l'athmosphère, par rapport à l'humidité ou à la sécheresse, parce qu'on les garde dans des appartemens fermés, et que la corde, qui en est la pièce principale, est contenue comme dans un étui, où l'air ne se renouvelle que peu ou point. Enfin le meilleur de ces instrumens n'apprend presque rien autre chose, sinon que la corde est mouillée ou qu'elle est sèche : car, 1°. l'humidité qui l'a une fois pénétrée, n'en sort que peu-à-peu, et selon l'exposition du lieu, le calme ou le vent qui y règne; et bien souvent il arrive que l'athmosphère a déjà perdu une grande partie de son humidité, avant que la corde en puisse donner aucun signe : 2°. tout ce qu'on peut attendre d'un *Hygromètre* à corde, c'est qu'il fasse connoître s'il y a plus ou moins d'humidité dans l'air par comparaison au jour précédent, et l'on sait cela par tant d'autres signes, qu'il est assez inutile de faire une machine qui n'apprend rien de plus. Ce qu'il importeroit le plus de savoir, c'est de combien l'humidité ou la sécheresse augmente ou diminue d'un temps à l'autre, et de pouvoir rendre ces instrumens comparables, mais il paroît bien difficile de pouvoir faire des *Hygromètres* qui aient cet avantage.

De Luc, citoyen de Genève et correspondant de l'Académie des Sciences de Paris, a cependant tenté de faire un *Hygromètre* comparable; j'ignore s'il y a réussi : je n'ai jamais vu qu'un de ces instrumens. Au reste,

cet *Hygromètre* est très-ingénieusement conçu. Sa partie principale est un tuyau cylindrique d'ivoire, fermé par le bout inférieur et ouvert par le supérieur, auquel est adapté un tube de verre pareil à un tube de thermomètre. Le tuyau d'ivoire et une partie du tube de verre sont remplis de mercure, qui marque les degrés de sécheresse en montant, à mesure que le tuyau d'ivoire se rétrecit, et les degrés d'humidité en descendant, à mesure que le tuyau d'ivoire s'élargit, étant dilaté par l'humidité de l'air. *De Luc* a eu soin d'ajouter à son instrument un correctif pour retrancher l'effet de la chaleur sur le mercure, et n'en pas tenir compte. (*Voyez les Transactions Philosophiques, année* 1773).

HYGROSCOPE. C'est le même instrument que l'hygromètre. (*Voyez* HYGROMÈTRE).

HYPERBOLE. Ligne courbe, qui n'est pas rentrante, comme le cercle et l'ellipse, et dans laquelle le quarré d'une ordonnée quelconque au premier axe, est au rectangle formé par les parties de cet axe prolongé, comme le quarré de son axe conjugué, est au quarré du premier axe.

L'*Hyperbole* est une des sections coniques; c'est-à-dire, que c'est la figure qu'on obtient en coupant un cône par un plan qui soit oblique aux deux côtés du cône, soit qu'il se trouve perpendiculaire ou oblique à la base; mais de manière que la section, ne passant que par un des côtés du cône, et étant prolongée vers le haut, aille rencontrer l'autre côté du cône aussi prolongé au-delà de son sommet.

L'*Hyperbole* est de bien peu d'usage en physique; c'est pourquoi je ne m'étendrai pas davantage sur son article, quoiqu'elle ait beaucoup de propriétés en géométrie; mais ce n'est pas là ce que j'ai en vue.

HYPERBOLIQUE. Epithète que l'on donne à tout ce qui est formé par l'hyperbole, ou à tout ce qui tire son origine de l'hyperbole. (*Voyez* HYPERBOLE).

HYPOMOCHLION. *Terme de mécanique.* Nom que l'on a donné au point qui sert d'appui au levier. C'est la même chose que le *point d'appui.* (*Voyez* POINT D'APPUI).

HYPOTENUSE. Nom que l'on donne au côté d'un triangle

triangle rectangle opposé à l'angle droit. Dans le triangle rectangle *G H I* (*Pl. I, fig.* 3.), le côté *G I*, qui est opposé à l'angle droit *G H I*, est l'*Hypoténuse*.

Dans tout triangle rectangle, l'aire du quarré qui a pour côté l'*Hypoténuse G I*, par exemple, est égale à la somme des aires des deux quarrés qui ont chacun pour côté un des côtés de l'angle droit *H I* et *H G*, d'où l'on énonce cette proposition : *Le quarré de l'Hypoténuse est égal à la somme des deux autres quarrés formés sur les deux autres côtés du triangle rectangle.*

HYPOTHESE. On appelle ainsi une supposition dont on n'a pas la preuve, mais qui s'accorde plus ou moins bien avec le phénomène qu'on veut expliquer.

Quand l'*Hypothèse* satisfait à un grand nombre de circonstances, qui accompagnent le phénomène qu'on se propose d'expliquer par son moyen, elle acquiert par-là un grand degré de probabilité : si elle satisfait à toutes les circonstances, elle devient une certitude morale, et bientôt une vérité. De cette espèce est la fameuse *Hypothèse* de *Huyghens* de l'anneau de Saturne, par laquelle ce fameux astronome rend si bien raison des différentes phases de cette planète.

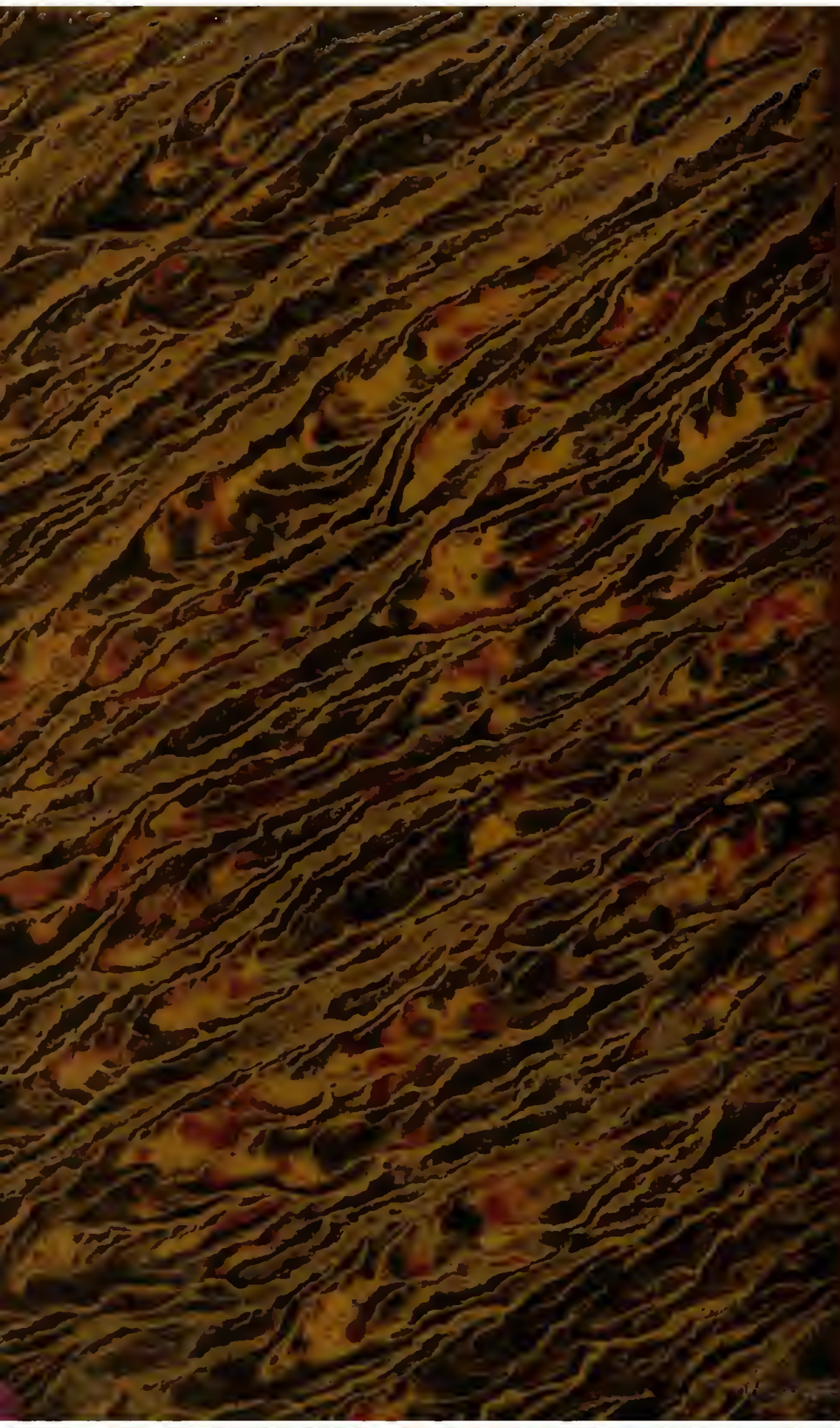
On fait souvent en physique des *Hypothèses*, pour rendre raison des faits qu'on observe ; on en tire des conséquences qui donnent lieu à de nouvelles observations, par lesquelles on reconnoît ou la vérité ou la fausseté des *Hypothèses*. Il arrive souvent que ces *Hypothèses* sont très-utiles, puisqu'elles conduisent à expliquer des phénomènes, et à en découvrir les causes ; ce qu'on ne pourroit faire ni par l'expérience ni par le raisonnement. Mais on ne doit pas les faire trop légèrement, et encore moins les admettre comme des vérités, sans les avoir soumises à l'examen le plus rigoureux.

HYPPARQUE. (*Année d'*) (*Voyez* Année d'Hypparque).

HYPPARQUE. (*Période d'*) (*Voyez* Période d'Hypparque).

HYVER. (*Voyez* Hiver).

Fin du Tome troisième.

612230

ε 15